

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

07. 4. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 4 月 7 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 0 3 4 4 3
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 3 4 4 3]

出 願 人
Applicant(s): 日 立 化 成 工 業 株 式 会 社

REC'D 03 JUN 2004

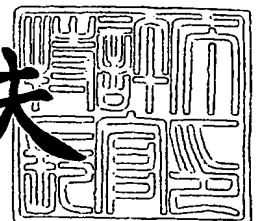
WIPO

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 5 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 HTK-669

【提出日】 平成15年 4月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 23/00
C08G 59/00
C08L 63/00
C01B 25/00

【発明の名称】 封止用エポキシ樹脂成形材料及び半導体装置

【請求項の数】 19

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市和台4 8 日立化成工業株式会社 総合
 研究所内

 【氏名】 池澤 良一

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県結城市大字鹿窪1 7 7 2 - 1 日立化成工業株式
 会社 下館事業所内

 【氏名】 吉井 正樹

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県結城市大字鹿窪1 7 7 2 - 1 日立化成工業株式
 会社 下館事業所内

 【氏名】 柏原 隆貴

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県結城市大字鹿窪1 7 7 2 - 1 日立化成工業株式
 会社 下館事業所内

 【氏名】 奈良 直紀

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県結城市大字鹿窪 1 7 7 2 - 1 日立化成工業株式会社 下館事業所内

【氏名】 水上 義裕

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県結城市大字鹿窪 1 7 7 2 - 1 日立化成工業株式会社 下館事業所内

【氏名】 遠藤 由則

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市和台 4 8 日立化成工業株式会社 総合研究所内

【氏名】 片寄 光雄

【特許出願人】

【識別番号】 000004455

【氏名又は名称】 日立化成工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0302311

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 封止用エポキシ樹脂成形材料及び半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、及び (C) 無機充填剤を少なくとも含有する封止用エポキシ樹脂成形材料であって、

前記 (C) 無機充填剤の平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\ \text{m}^2/\text{g}$ であり、(a1) ~ (d1) の構成を 1 以上を備える半導体装置に用いられる封止用エポキシ樹脂成形材料。

(a1) フリップチップの bumps 高さが $150\ \mu\text{m}$ 以下である

(b1) フリップチップの bumps ピッチが $500\ \mu\text{m}$ 以下である

(c1) 半導体チップの面積が $25\ \text{mm}^2$ 以上である

(d1) 封止材の総厚さが $2\ \text{mm}$ 以下である

【請求項 2】 (C) 無機充填剤の平均粒径が $10\ \mu\text{m}$ 以下である請求項 1 記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 3】 (C) 無機充填剤の比表面積が $3.5 \sim 5.5\ \text{m}^2/\text{g}$ である請求項 1 又は請求項 2 記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 4】 (a2) ~ (d2) の構成を 1 以上を備える半導体装置に用いる請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

(a2) フリップチップの bumps 高さが $100\ \mu\text{m}$ 以下である

(b2) フリップチップの bumps ピッチが $400\ \mu\text{m}$ 以下である

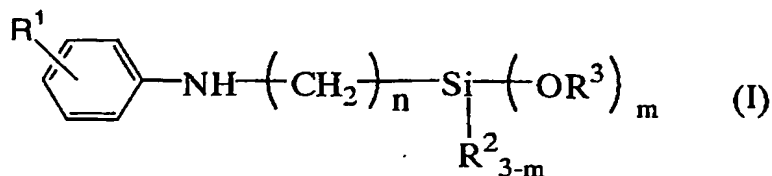
(c2) 半導体チップの面積が $50\ \text{mm}^2$ 以上である

(d2) 封止材の総厚さが $1.5\ \text{mm}$ 以下である

【請求項 5】 (D) 2 級アミノ基を有するシランカップリング剤をさらに含有する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 6】 (D) 2 級アミノ基を有するシランカップリング剤が下記一般式 (I) で示される化合物を含有する請求項 5 記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化1】



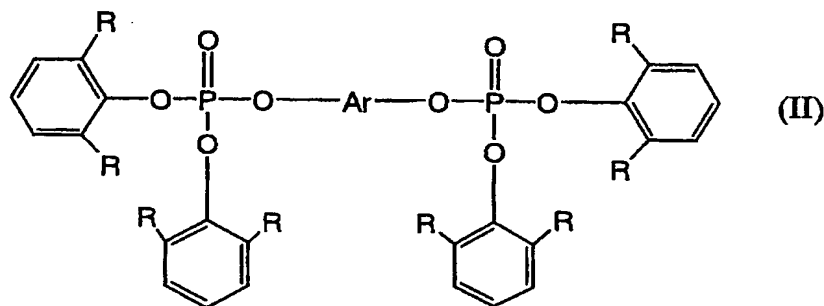
(ここで、 R^1 は水素原子、炭素数1～6のアルキル基及び炭素数1～2のアルコキシ基から選ばれ、 R^2 は炭素数1～6のアルキル基及びフェニル基から選ばれ、 R^3 はメチル基又はエチル基を示し、 n は1～6の整数を示し、 m は1～3の整数を示す。)

【請求項7】 (E) リン化合物をさらに含有する請求項1～6のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項8】 (E) リン化合物がリン酸エステルを含有する請求項7記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項9】 リン酸エステルが下記一般式(II)で示される化合物を含有する請求項8記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化2】

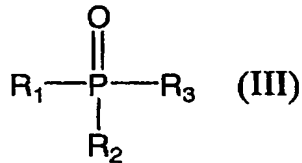


(ここで、式中の8個の R は炭素数1～4のアルキル基を示し、全て同一でも異なってもよい。 Ar は芳香族環を示す。)

【請求項10】 (E) リン化合物がホスフィンオキサイドを含有する請求項7～9のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項11】 ホスフィンオキサイドが下記一般式(III)で示される化合物を含有する請求項10記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化 3】



(ここで、R¹、R² 及び R³ は炭素数 1～10 の置換又は非置換のアルキル基、アリール基、アラルキル基及び水素原子を示し、すべて同一でも異なってもよい。ただしすべてが水素原子である場合を除く。)

【請求項 12】 (A) エポキシ樹脂の 150℃における溶融粘度が 2 ポイズ以下である請求項 1～11 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 13】 (A) エポキシ樹脂がビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂、硫黄原子含有エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂及びトリフェニルメタン型エポキシ樹脂の少なくとも 1 種を含有する請求項 1～12 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 14】 (B) 硬化剤の 150℃における溶融粘度が 2 ポイズ以下である請求項 1～13 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 15】 (B) 硬化剤がビフェニル型フェノール樹脂、アラルキル型フェノール樹脂、ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂、トリフェニルメタン型フェノール樹脂及びノボラック型フェノール樹脂の少なくとも 1 種を含有する請求項 1～14 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 16】 (F) 硬化促進剤をさらに含有する請求項 1～15 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 17】 請求項 1～16 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料により封止された半導体装置。

【請求項 18】 以下の (a1)～(d1) の構成を 1 以上を備える請求項 17 記載の半導体装置。

(a1) フリップチップのバンプ高さが 150 μm 以下である

(b1) フリップチップのバンプピッチが 500 μm 以下である

(c 1) 半導体チップの面積が 2.5 mm^2 以上である

(d 1) 封止材の総厚さが 2 mm 以下である

【請求項 19】 以下の (a 2) ~ (d 2) の構成を 1 以上を備える請求項 17 記載の半導体装置。

(a 2) フリップチップの bumps 高さが $100\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である

(b 2) フリップチップの bumps ピッチが $400\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である

(c 2) 半導体チップの面積が 50 mm^2 以上である

(d 2) 封止材の総厚さが 1.5 mm 以下である

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、封止用エポキシ樹脂成形材料及び半導体装置に関する。

さらに詳しくは、本発明はフリップチップ実装用のアンダーフィル材として好適な充填性に優れる封止用エポキシ樹脂成形材料及びこれにより封止されたボイド等の成形不良や耐リフロー性、耐湿性等の信頼性が良好なフリップチップ実装型の半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、トランジスタ、IC等の電子部品装置の素子封止の分野では生産性、コスト等の面から樹脂封止が主流となり、エポキシ樹脂成形材料が広く用いられている。この理由としては、エポキシ樹脂が電気特性、耐湿性、耐熱性、機械特性、インサート品との接着性などの諸特性にバランスがとれているためである。また近年、電子部品のプリント配線板への高密度実装化が進んでいる。これに伴い、半導体装置は従来のピン挿入型のパッケージから、表面実装型のパッケージが主流になっている。表面実装型のIC、LSIなどは、実装密度を高くし実装高さを低くするために、薄型、小型のパッケージになっており、素子のパッケージに対する占有体積が大きくなり、パッケージの肉厚は非常に薄くなってきた。また素子の多機能化、大容量化によって、チップ面積の増大、多ピン化が進み、さらにはパッド（電極）数の増大によって、パッドピッチの縮小化とパッド寸

法の縮小化、いわゆる狭パッドピッチ化も進んでいる。

また、さらなる小型軽量化に対応すべく、パッケージの形態も Q F P (Quad Flat Package)、S O P (Small Outline Package) といったものから、より多ピン化に対応しやすく、かつより高密度実装が可能な C S P (Chip Size Package) や B G A (Ball Grid Array) へ移行しつつある。これらのパッケージは近年、高速化、多機能化を実現するために、フェースダウン型、積層 (スタックド) 型、フリップチップ型、ウェハーレベル型等、新しい構造のものが開発されている。

フリップチップ実装は従来のワイヤーボンディングに代わる接続技術であり、半導体チップのパッド上にはんだバンプを付着させ、このバンプを利用して配線板上のランドと接続させるものである。はんだバンプを付着させたチップは配線板上で位置合わせを行った後、リフローによってはんだが溶融し、セルフアライメントプロセスを経て電氣的、機械的な接続が形成される。このように実装されたデバイスには各種信頼性を向上させる目的で、はんだバンプで接合されたチップ/配線板の隙間にアンダーフィル材が注入される。このはんだバンプが配列された狭い隙間をボイド等の空隙を発生させずに完全に充填させるために、アンダーフィル材には高い充填性が要求される。

【0 0 0 3】

この課題を解決するために、従来はビスフェノール型エポキシ樹脂を主成分とする溶剤又は無溶剤系の液状タイプの封止用エポキシ樹脂成形材料を使用し、毛細管現象を利用してチップ/配線板の隙間に浸透させ、硬化させる方式がとられてきた (例えば特許文献 1 ~ 3、非特許文献 1 参照。)

【0 0 0 4】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 2 6 0 8 2 0 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 0 - 2 7 3 2 8 7 号公報

【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 3 8 0 4 8 3 号公報

【非特許文献 1】

表面実装評議会監修 「フリップチップおよび関連チップスケール技術の実際」
(株) 産業科学システムズ出版 1998 年 9 月 30 日発行、p 87

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

近年、コスト低減の観点から固形タイプの封止用エポキシ樹脂成形材料を使用した真空方式の新規な成形技術がフリップチップのアンダーフィル用に開発されてきた。しかし従来の固形タイプの成形材料では充填性が低く、ボイド等の不良を発生させずに封止することが困難な状況にある。

例えば、ファインピッチのはんだバンプ等を備える次世代フリップチップ型半導体装置の製造において、従来の固形タイプの封止用エポキシ樹脂を用いて封止する場合、直径 0.1 mm 程度のやや大きめのボイドの発生に起因してアンダーフィル部の充填は満足できるものではなかった。

さらにはフリップチップ実装型半導体装置におけるファイン化、すなわち、バンプ高さ、バンプピッチの低減や、また入出力数増大に伴うバンプ数、チップ面積の増大といった動向によって、今後はさらに高い充填性が要求される。

【0006】

そのため、フリップチップ実装用のアンダーフィル材として好適な充填性に優れる封止用エポキシ樹脂成形材料が求められていた。さらに成形不良がなく、しかも耐リフロー性及び耐湿性等の信頼性が良好な、ファインピッチのはんだバンプ等を備えるフリップチップ型半導体装置が求められていた。

本発明の第 1 の側面によれば、ファインピッチなバンプを有し、入出力数（バンプ数）の多いフリップチップ実装型半導体装置の封止に適した封止用エポキシ樹脂成形材料が提供される。

本発明の第 2 の側面によれば、前記本発明に係る封止用エポキシ樹脂成形材料により封止された、ファインピッチなバンプを有し、入出力数（バンプ数）の多いフリップチップ実装型半導体装置が提供される。

【0007】**【課題を解決するための手段】**

発明者らは上記の課題を解決するために鋭意検討を重ねた結果、特定の無機充填剤を必須成分とする、特定の半導体装置用の封止用エポキシ樹脂成形材料及びこれにより封止された半導体装置により上記の目的を達成しうることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0008】

すなわち、本発明は以下に関する。

1. (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、及び(C) 無機充填剤を少なくとも含有する封止用エポキシ樹脂成形材料であって、

前記(C) 無機充填剤の平均粒径が $15\mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0\sim 6.0\text{m}^2/\text{g}$ であり、(a1)～(d1)の構成を1以上を備える半導体装置に用いられる封止用エポキシ樹脂成形材料。

(a1) フリップチップの bumps 高さが $150\mu\text{m}$ 以下である

(b1) フリップチップの bumps ピッチが $500\mu\text{m}$ 以下である

(c1) 半導体チップの面積が 25mm^2 以上である

(d1) 封止材の総厚さが 2mm 以下である

2. (C) 無機充填剤の平均粒径が $10\mu\text{m}$ 以下である前記1記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

3. (C) 無機充填剤の比表面積が $3.5\sim 5.5\text{m}^2/\text{g}$ である前記1又は2に記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

4. (a2)～(d2)の構成を1以上を備える半導体装置に用いる前記1～3のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

(a2) フリップチップの bumps 高さが $100\mu\text{m}$ 以下である

(b2) フリップチップの bumps ピッチが $400\mu\text{m}$ 以下である

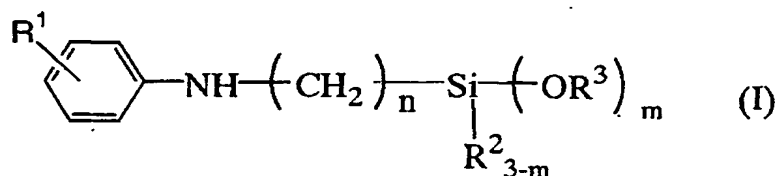
(c2) 半導体チップの面積が 50mm^2 以上である

(d2) 封止材の総厚さが 1.5mm 以下である

5. (D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤をさらに含有する前記1～4のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

6. (D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤が下記一般式(I)で示される化合物を含有する前記5に記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化 4】



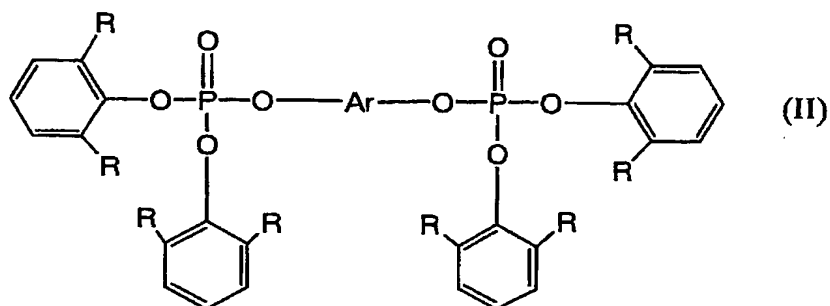
(ここで、 R^1 は水素原子、炭素数1～6のアルキル基及び炭素数1～2のアルコキシ基から選ばれ、 R^2 は炭素数1～6のアルキル基及びフェニル基から選ばれ、 R^3 はメチル基又はエチル基を示し、 n は1～6の整数を示し、 m は1～3の整数を示す。)

7. (E) リン化合物をさらに含有する前記1～6のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

8. (E) リン化合物がリン酸エステルを含有する前記7記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

9. リン酸エステルが下記一般式 (II) で示される化合物を含有する前記8記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化 5】

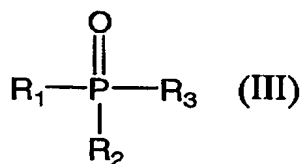


(ここで、式中の8個のRは炭素数1～4のアルキル基を示し、全て同一でも異なってもよい。Arは芳香族環を示す。)

10. (E) リン化合物がホスフィンオキサイドを含有する前記7～9のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

11. ホスフィンオキサイドが下記一般式 (III) で示される化合物を含有する前記10記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化 6】



(ここで、R¹、R² 及び R³ は炭素数 1～10 の置換又は非置換のアルキル基、アリール基、アラルキル基及び水素原子を示し、すべて同一でも異なってもよい。ただしすべてが水素原子である場合を除く。)

12. (A) エポキシ樹脂の 150℃における溶融粘度が 2 ポイズ以下である前記 1～11 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

13. (A) エポキシ樹脂がビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂、硫黄原子含有エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂及びトリフェニルメタン型エポキシ樹脂の少なくとも 1 種を含有する前記 1～12 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

14. (B) 硬化剤の 150℃における溶融粘度が 2 ポイズ以下である前記 1～13 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

15. (B) 硬化剤がビフェニル型フェノール樹脂、アラルキル型フェノール樹脂、ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂、トリフェニルメタン型フェノール樹脂及びノボラック型フェノール樹脂の少なくとも 1 種を含有する前記 1～14 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

16. (F) 硬化促進剤をさらに含有する前記 1～15 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

17. 前記 1～16 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料により封止された半導体装置。

18. 以下の (a1)～(d1) の構成を 1 以上を備える上記 17 に記載の半導体装置。

(a1) フリップチップの bumps 高さが 150 μm 以下である

(b1) フリップチップの bumps ピッチが 500 μm 以下である

(c 1) 半導体チップの面積が 25 mm^2 以上である

(d 1) 封止材の総厚さが 2 mm 以下である

19. 以下の(a 2)～(d 2)の構成を1以上を備える上記17に記載の半導体装置。

(a 2) フリップチップのバンプ高さが $100\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である

(b 2) フリップチップのバンプピッチが $400\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である

(c 2) 半導体チップの面積が 50 mm^2 以上である

(d 2) 封止材の総厚さが 1.5 mm 以下である

【0009】

さらに、本発明の第3の側面によれば、ファインピッチなバンプを有し、入出力数(バンプ数)の多いフリップチップ実装型半導体装置の製造方法及びその製造方法により製造された半導体装置、並びに封止用エポキシ樹脂組成物の使用方法が提供される。すなわち、本発明は以下の記載事項にも関する。

20. 配線板上に2以上のはんだバンプを所定のバンプピッチで配置する工程と；前記はんだバンプを介して所定のバンプ高さで半導体チップを前記配線板上に設ける工程と；前記配線板と前記半導体チップ間に形成されるアンダーフィル部を含む領域を封止用エポキシ樹脂組成物を用いて封止する工程と；を少なくとも有する半導体装置の製造方法であって、

前記アンダーフィル部を封止する封止材として、(A)エポキシ樹脂と、(B)硬化剤と、及び(C)平均粒径が $15\text{ }\mu\text{ m}$ 以下、比表面積が $3.0\sim 6.0\text{ m}^2/\text{g}$ である無機充填剤とを少なくとも含有する封止用エポキシ樹脂成形材料が用いられ、

前記製造方法により得られる半導体装置は、(a 1)～(d 1)の構成を1以上備える半導体装置の製造方法。

(a 1) フリップチップのバンプ高さが $150\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である

(b 1) フリップチップのバンプピッチが $500\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である

(c 1) 半導体チップの面積が 25 mm^2 以上である

(d 1) 封止材の総厚さが 2 mm 以下である

【0010】

【発明の実施の形態】

(エポキシ樹脂)

本発明において用いられる (A) エポキシ樹脂は、封止用エポキシ樹脂成形材料に一般に使用されているもので特に制限はないが、たとえば、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂、トリフェニルメタン骨格を有するエポキシ樹脂をはじめとするフェノール、クレゾール、キシレノール、レゾルシン、カテコール、ビスフェノール A、ビスフェノール F 等のフェノール類及び／又は α -ナフトール、 β -ナフトール、ジヒドロキシナフタレン等のナフトール類とホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒド、ベンズアルデヒド、サリチルアルデヒド等のアルデヒド基を有する化合物とを酸性触媒下で縮合又は共縮合させて得られるノボラック樹脂をエポキシ化したもの、ビスフェノール A、ビスフェノール F、ビスフェノール S、アルキル置換又は非置換のビフェノール等のジグリシジルエーテル、スチルベン型エポキシ樹脂、ハイドロキノン型エポキシ樹脂、フタル酸、ダイマー酸等の多塩基酸とエピクロルヒドリンの反応により得られるグリシジルエステル型エポキシ樹脂、ジアミノジフェニルメタン、イソシアヌル酸等のポリアミンとエピクロルヒドリンの反応により得られるグリシジルアミン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエンとフェノール類の共縮合樹脂のエポキシ化物、ナフタレン環を有するエポキシ樹脂、フェノール・アラルキル樹脂、ナフトール・アラルキル樹脂等のアラルキル型フェノール樹脂のエポキシ化物、トリメチロールプロパン型エポキシ樹脂、テルペン変性エポキシ樹脂、オレフィン結合を過酢酸等の過酸で酸化して得られる線状脂肪族エポキシ樹脂、脂環族エポキシ樹脂、硫黄原子含有エポキシ樹脂などが挙げられ、これらを単独で用いても 2 種以上を組み合わせ用いてもよい。

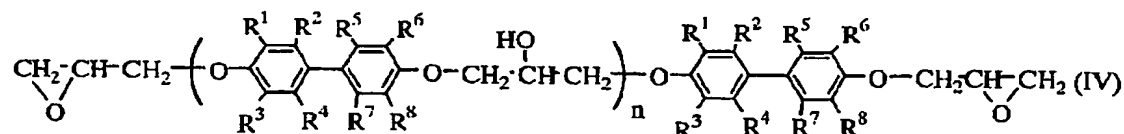
なかでも、充填性及び耐リフロー性の観点からはビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂及び硫黄原子含有エポキシ樹脂が好ましく、硬化性の観点からはノボラック型エポキシ樹脂が好ましく、低吸湿性の観点からはジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂が好ましく、耐熱性及び低反り性の観点からはナフタレン型エポキシ樹脂及びトリフェニルメ

タン型エポキシ樹脂が好ましく、これらのエポキシ樹脂の少なくとも1種を含有していることが好ましい。

【0011】

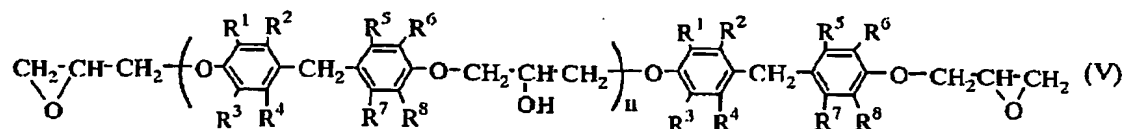
ビフェニル型エポキシ樹脂としてはたとえば下記一般式 (IV) で示されるエポキシ樹脂等が挙げられ、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂としてはたとえば下記一般式 (V) で示されるエポキシ樹脂等が挙げられ、スチルベン型エポキシ樹脂としてはたとえば下記一般式 (VI) で示されるエポキシ樹脂等が挙げられ、硫黄原子含有エポキシ樹脂としてはたとえば下記一般式 (VII) で示されるエポキシ樹脂等が挙げられる。

【化7】



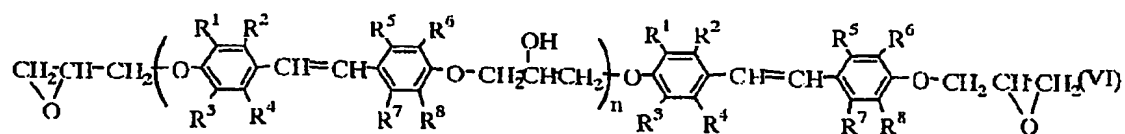
(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^8$ は水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は0～3の整数を示す。)

【化8】



(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^8$ は水素原子、炭素数1～10のアルキル基、炭素数1～10のアルコキシル基、炭素数6～10のアリール基、及び炭素数6～10のアラルキル基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は0～3の整数を示す。)

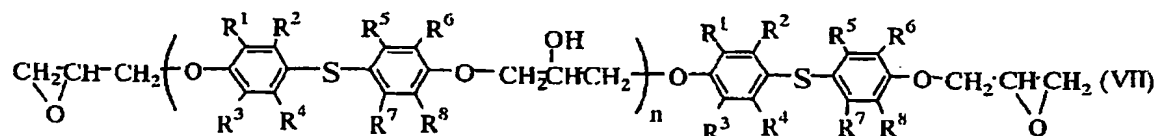
【化9】



(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^8$ は水素原子及び炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化

水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は0～10の整数を示す。)

【化10】



(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^8$ は水素原子、置換又は非置換の炭素数1～10のアルキル基及び置換又は非置換の炭素数1～10のアルコキシ基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は0～3の整数を示す。)

上記一般式 (IV) で示されるビフェニル型エポキシ樹脂としては、たとえば、4, 4'-ビス (2, 3-エポキシプロポキシ) ビフェニル又は4, 4'-ビス (2, 3-エポキシプロポキシ) -3, 3', 5, 5'-テトラメチルビフェニルを主成分とするエポキシ樹脂、エピクロルヒドリンと4, 4'-ビフェノール又は4, 4'-(3, 3', 5, 5'-テトラメチル) ビフェノールとを反応させて得られるエポキシ樹脂等が挙げられる。なかでも4, 4'-ビス (2, 3-エポキシプロポキシ) -3, 3', 5, 5'-テトラメチルビフェニルを主成分とするエポキシ樹脂が好ましい。

上記一般式 (V) で示されるビスフェノール F 型エポキシ樹脂としては、例えば、 R^1 、 R^3 、 R^6 及び R^8 がメチル基で、 R^2 、 R^4 、 R^5 及び R^7 が水素原子であり、 $n=0$ を主成分とする YSLV-80XY (新日鉄化学株式会社製商品名) が市販品として入手可能である。

上記一般式 (VI) で示されるスチルベン型エポキシ樹脂は、原料であるスチルベン系フェノール類とエピクロルヒドリンとを塩基性物質存在下で反応させて得ることができる。この原料であるスチルベン系フェノール類としては、たとえば3-*t*-ブチル-4, 4'-ジヒドロキシ-3', 5, 5'-トリメチルスチルベン、3-*t*-ブチル-4, 4'-ジヒドロキシ-3', 5', 6-トリメチルスチルベン、4, 4'-ジヒドロキシ-3, 3', 5, 5'-テトラメチルスチルベン、4, 4'-ジヒドロキシ-3, 3'-ジ-*t*-ブチル-5, 5'-ジメチルスチルベン、4, 4'-ジヒドロキシ-3, 3'-ジ-*t*-ブチル-6, 6-

’-ジメチルスチルベン等が挙げられ、なかでも3-*t*-ブチル-4, 4’-ジヒドロキシ-3’, 5, 5’-トリメチルスチルベン、及び4, 4’-ジヒドロキシ-3, 3’, 5, 5’-テトラメチルスチルベンが好ましい。これらのスチルベン型フェノール類は単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。

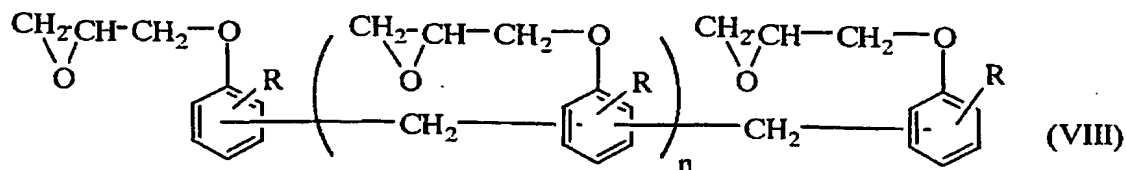
上記一般式 (VII) で示される硫黄原子含有エポキシ樹脂のなかでも、R²、R³、R⁶及びR⁷が水素原子で、R¹、R⁴、R⁵及びR⁸がアルキル基であるエポキシ樹脂が好ましく、R²、R³、R⁶及びR⁷が水素原子で、R¹及びR⁸がt-ブチル基で、R⁴及びR⁵がメチル基であるエポキシ樹脂がより好ましい。このような化合物としては、YSLV-120TE (新日鐵化学社製) 等が市販品として入手可能である。

これらのエポキシ樹脂はいずれか１種を単独で用いても２種以上を組合わせて用いてもよいが、その配合量は、その性能を発揮するためにエポキシ樹脂全量に対して合わせて２０重量％以上とすることが好ましく、３０重量％以上がより好ましく、５０重量％以上とすることがさらに好ましい。

【0 0 1 2】

ノボラック型エポキシ樹脂としては、たとえば下記一般式 (VIII) で示されるエポキシ樹脂等が挙げられる。

【化 1 1】



(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは0～10の整数を示す。)

上記一般式 (VIII) で示されるノボラック型エポキシ樹脂は、ノボラック型フェノール樹脂にエピクロロヒドリンを反応させることによって容易に得られる。なかでも、一般式 (VIII) 中の R としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソプロピル基、イソブチル基等の炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等の炭素数 1 ~ 10 のアルコ

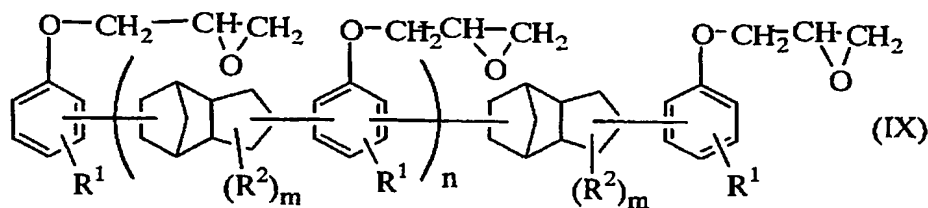
キシル基が好ましく、水素原子又はメチル基がより好ましい。nは0～3の整数が好ましい。上記一般式(VIII)で示されるノボラック型エポキシ樹脂のなかでも、オルトクレゾールノボラック型エポキシ樹脂が好ましい。

ノボラック型エポキシ樹脂を使用する場合、その配合量は、その性能を発揮するためにエポキシ樹脂全量に対して20重量%以上とすることが好ましく、30重量%以上がより好ましい。

【0013】

ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂としては、たとえば下記一般式(IX)で示されるエポキシ樹脂等が挙げられる。

【化12】



(ここで、 R^1 及び R^2 は水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基からそれぞれ独立して選ばれ、nは0～10の整数を示し、mは0～6の整数を示す。)

上記式(IX)中の R^1 としては、たとえば、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソプロピル基、t-ブチル基等のアルキル基、ビニル基、アリル基、ブテニル基等のアルケニル基、ハロゲン化アルキル基、アミノ基置換アルキル基、メルカプト基置換アルキル基などの炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基が挙げられ、なかでもメチル基、エチル基等のアルキル基及び水素原子が好ましく、メチル基及び水素原子がより好ましい。 R^2 としては、たとえば、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソプロピル基、t-ブチル基等のアルキル基、ビニル基、アリル基、ブテニル基等のアルケニル基、ハロゲン化アルキル基、アミノ基置換アルキル基、メルカプト基置換アルキル基などの炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基が挙げられ、なかでも水素原子が好ましい。

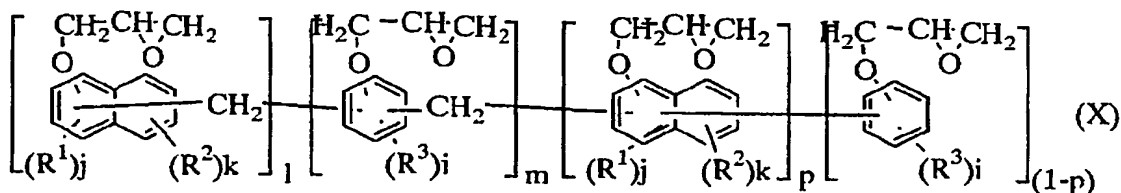
ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂を使用する場合、その配合量は、その性

能を発揮するためにエポキシ樹脂全量に対して20重量%以上とすることが好ましく、30重量%以上がより好ましい。

【0014】

ナフタレン型エポキシ樹脂としてはたとえば下記一般式(X)で示されるエポキシ樹脂等が挙げられ、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂としてはたとえば下記一般式(XI)で示されるエポキシ樹脂等が挙げられる。

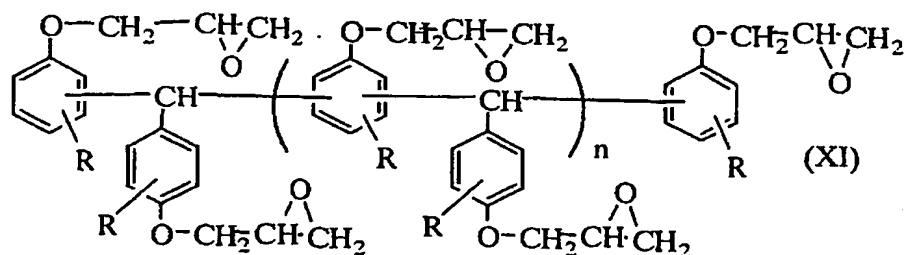
【化13】



(ここで、R¹~R³は水素原子及び置換又は非置換の炭素数1~12の一価の炭化水素基から選ばれ、それぞれ全てが同一でも異なってもよい。pは1又は0で、l、mはそれぞれ0~11の整数であって、(1+m)が1~11の整数でかつ(1+p)が1~12の整数となるよう選ばれる。iは0~3の整数、jは0~2の整数、kは0~4の整数を示す。)

上記一般式(X)で示されるナフタレン型エポキシ樹脂としては、1個の構成単位及びm個の構成単位をランダムに含むランダム共重合体、交互に含む交互共重合体、規則的に含む共重合体、ブロック状に含むブロック共重合体が挙げられ、これらのいずれか1種を単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【化14】



(ここで、Rは水素原子及び炭素数1~10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは1~10の整数を示す。)

これらのエポキシ樹脂はいずれか1種を単独で用いても両者を組合わせて用いてもよいが、その配合量は、その性能を発揮するためにエポキシ樹脂全量に対して合わせて20重量%以上とすることが好ましく、30重量%以上がより好ましく、50重量%以上とすることがさらに好ましい。

【0015】

上記のビフェニル型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂、硫黄原子含有エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂及びトリフェニルメタン型エポキシ樹脂は、いずれか1種を単独で用いても2種以上を組合わせて用いてもよいが、その配合量はエポキシ樹脂全量に対して合わせて50重量%以上とすることが好ましく、60重量%以上がより好ましく、80重量%以上がさらに好ましい。

【0016】

本発明において用いられる(A)エポキシ樹脂の150℃における溶融粘度は、充填性の観点から2ポイズ以下が好ましく、1ポイズ以下がより好ましく、0.5ポイズ以下がさらに好ましい。ここで、溶融粘度とはICIコーンプレート粘度計で測定した粘度を示す。

【0017】

(硬化剤)

本発明において用いられる(B)硬化剤は、封止用エポキシ樹脂成形材料に一般に使用されているもので特に制限はないが、たとえば、フェノール、クレゾール、レゾルシン、カテコール、ビスフェノールA、ビスフェノールF、フェニルフェノール、アミノフェノール等のフェノール類及び／又は α -ナフトール、 β -ナフトール、ジヒドロキシナフタレン等のナフトール類とホルムアルデヒド、ベンズアルデヒド、サリチルアルデヒド等のアルデヒド基を有する化合物とを酸性触媒下で縮合又は共縮合させて得られるノボラック型フェノール樹脂、フェノール類及び／又はナフトール類とジメトキシパラキシレン又はビス(メトキシメチル)ビフェニルから合成されるフェノール・アラルキル樹脂、ナフトール・アラルキル樹脂等のアラルキル型フェノール樹脂、フェノール類及び／又はナフトール類とシクロペンタジエンから共重合により合成される、ジクロペンタジエン

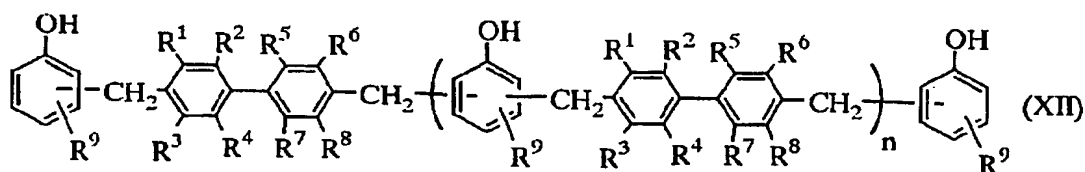
型フェノールノボラック樹脂、ナフトールノボラック樹脂等のジクロペンタジエン型フェノール樹脂、テルペン変性フェノール樹脂などが挙げられ、これらを単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。

なかでも、難燃性の観点からはビフェニル型フェノール樹脂が好ましく、耐リフロー性及び硬化性の観点からはアラルキル型フェノール樹脂が好ましく、低吸湿性の観点からはジシクロペンタジエン型フェノール樹脂が好ましく、耐熱性、低膨張率及び低そり性の観点からはトリフェニルメタン型フェノール樹脂が好ましく、硬化性の観点からはノボラック型フェノール樹脂が好ましく、これらのフェノール樹脂の少なくとも1種を含有していることが好ましい。

【0018】

ビフェニル型フェノール樹脂としては、たとえば下記一般式(XII)で示されるフェノール樹脂等が挙げられる。

【化15】



上記式(XII)中の $R^1 \sim R^9$ は全てが同一でも異なってもよく、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソプロピル基、イソブチル基等の炭素数1～10のアルキル基、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等の炭素数1～10のアルコキシ基、フェニル基、トリル基、キシリル基等の炭素数6～10のアリール基、及び、ベンジル基、フェネチル基等の炭素数6～10のアラルキル基から選ばれ、なかでも水素原子とメチル基が好ましい。 n は0～10の整数を示す。

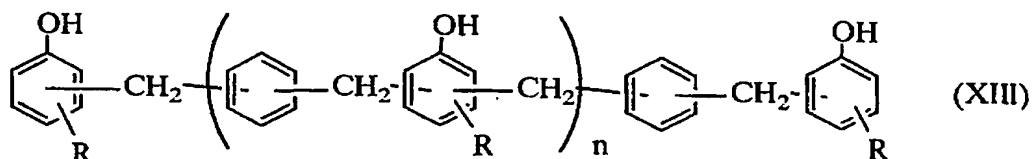
上記一般式(XII)で示されるビフェニル型フェノール樹脂としては、たとえば $R^1 \sim R^9$ が全て水素原子である化合物等が挙げられ、なかでも熔融粘度の観点から、 n が1以上の縮合体を50重量%以上含む縮合体の混合物が好ましい。このような化合物としては、MEH-7851（明和化成株式会社製商品名）が市販品として入手可能である。

ビフェニル型フェノール樹脂を使用する場合、その配合量は、その性能を発揮するために硬化剤全量に対して30重量%以上とすることが好ましく、50重量%以上がより好ましく、60重量%以上がさらに好ましい。

【0019】

アラルキル型フェノール樹脂としては、たとえばフェノール・アラルキル樹脂、ナフトール・アラルキル樹脂等が挙げられ、下記一般式(XIII)で示されるフェノール・アラルキル樹脂が好ましく、一般式(XIII)中のRが水素原子で、nの平均値が0～8であるフェノール・アラルキル樹脂がより好ましい。具体例としては、p-キシリレン型フェノール・アラルキル樹脂、m-キシリレン型フェノール・アラルキル樹脂等が挙げられる。これらのアラルキル型フェノール樹脂を用いる場合、その配合量は、その性能を発揮するために硬化剤全量に対して30重量%以上とすることが好ましく、50重量%以上がより好ましい。

【化16】

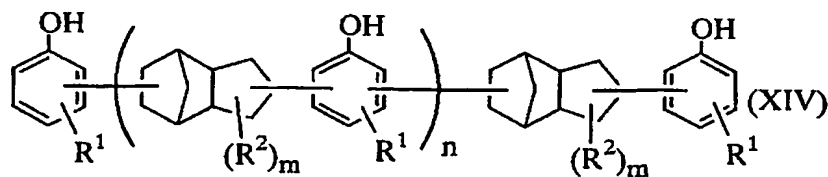


(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは0～10の整数を示す。)

【0020】

ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂としては、たとえば下記一般式(XIV)で示されるフェノール樹脂等が挙げられる。

【化17】



(ここで、R¹及びR²は水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基からそれぞれ独立して選ばれ、nは0～10の整数を示し、mは0～

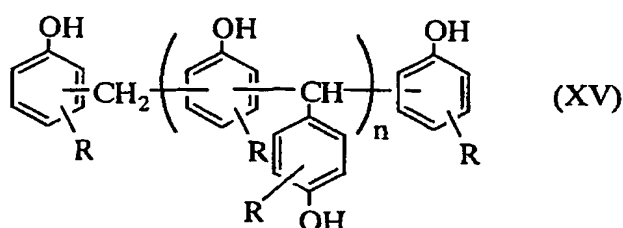
6 の整数を示す。)

ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂を用いる場合、その配合量は、その性能を発揮するために硬化剤全量に対して30重量%以上とすることが好ましく、50重量%以上がより好ましい。

【0021】

トリフェニルメタン型フェノール樹脂としては、たとえば下記一般式(XV)で示されるフェノール樹脂等が挙げられる。

【化18】



(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは1～10の整数を示す。)

トリフェニルメタン型フェノール樹脂を用いる場合、その配合量は、その性能を発揮するために硬化剤全量に対して30重量%以上とすることが好ましく、50重量%以上がより好ましい。

【0022】

ノボラック型フェノール樹脂としては、たとえばフェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ナフトールノボラック樹脂等が挙げられ、なかでもフェノールノボラック樹脂が好ましい。ノボラック型フェノール樹脂を用いる場合、その配合量は、その性能を発揮するために硬化剤全量に対して30重量%以上とすることが好ましく、50重量%以上がより好ましい。

【0023】

上記のビフェニル型フェノール樹脂、アラルキル型フェノール樹脂、ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂、トリフェニルメタン型フェノール樹脂及びノボラック型フェノール樹脂は、いずれか1種を単独で用いても2種以上を組合わせて用いてもよいが、その配合量は硬化剤全量に対して合わせて60重量%以上とすることが好ましく、80重量%以上がより好ましい。

【0024】

本発明において用いられる (B) 硬化剤の 150℃における溶融粘度は、充填性の観点から 2 ポイズ以下が好ましく、1 ポイズ以下がより好ましい。ここで、溶融粘度とは I C I 粘度を示す。

【0025】

(A) エポキシ樹脂と (B) 硬化剤との当量比、すなわち、エポキシ樹脂中のエポキシ基数に対する硬化剤中の水酸基数の比 (硬化剤中の水酸基数/エポキシ樹脂中のエポキシ基数) は、特に制限はないが、それぞれの未反応分を少なく抑えるために 0.5~2 の範囲に設定されることが好ましく、0.6~1.3 がより好ましい。成形性及び耐リフロー性に優れる封止用エポキシ樹脂成形材料を得るためには 0.8~1.2 の範囲に設定されることがさらに好ましい。

【0026】

(無機充填剤)

本発明において用いられる (C) 無機充填剤は、吸湿性、線膨張係数低減、熱伝導性向上及び強度向上のために封止用エポキシ樹脂成形材料に配合されるものであり、たとえば、溶融シリカ、結晶シリカ、アルミナ、ジルコン、珪酸カルシウム、炭酸カルシウム、チタン酸カリウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミ、窒化ホウ素、ベリリア、ジルコニア、ジルコン、フォステライト、ステアタイト、スピネル、ムライト、チタニア等の粉体又はこれらを球形化したビーズ、ガラス繊維などが挙げられる。さらに、難燃効果のある無機充填剤としては水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、硼酸亜鉛、モリブデン酸亜鉛などが挙げられる。

これらの無機充填剤は単独で用いても 2 種以上を組み合わせ用いてもよい。なかでも、充填性、線膨張係数の低減の観点からは溶融シリカが、高熱伝導性の観点からはアルミナが好ましく、無機充填剤の形状は充填性及び金型摩耗性の点から球形が好ましい。

【0027】

本発明において用いられる (C) 無機充填剤はその平均粒径が 15 μm 以下、比表面積が 3.0~6.0 m^2/g であることがファインピッチなバンプを有するフ

リップチップ実装のアンダーフィル用途の充填性を満足させる観点から必要である。平均粒径はより好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $8\mu\text{m}$ 以下である。 $15\mu\text{m}$ を超えた場合はバンプで接合されたチップ/配線板の隙間にエポキシ樹脂成形材料が注入され難くなり、充填性が低下する。また比表面積はより好ましくは $3.5\sim 5.5\text{m}^2/\text{g}$ 、さらに好ましくは $4.0\sim 5.0\text{m}^2/\text{g}$ である。 $3.0\text{m}^2/\text{g}$ 未満及び $6.0\text{m}^2/\text{g}$ を超えた場合はバンプで接合されたチップ/配線板の隙間中にボイドが発生し易くなり、充填性が低下する。

また充填性の観点からは (C) 無機充填剤の粗粒子分を篩にてカットしてもよい。この時 $53\mu\text{m}$ 以上の (C) 成分が 0.5 重量%以下であることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上の (C) 成分が 0.5 重量%以下であることがより好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上の (C) 成分が 0.5 重量%以下であることがさらに好ましい。

(C) 無機充填剤の配合量は、充填性、信頼性の観点から封止用エポキシ樹脂成形材料に対して $60\sim 95$ 重量%が好ましい。 $70\sim 90$ 重量%がより好ましく、 $75\sim 85$ 重量%がさらに好ましい。 60 重量%未満であると耐リフロー性が低下する傾向にあり、 95 重量%を超えると充填性が低下する傾向にある。

【0028】

(2級アミノ基を有するシランカップリング剤)

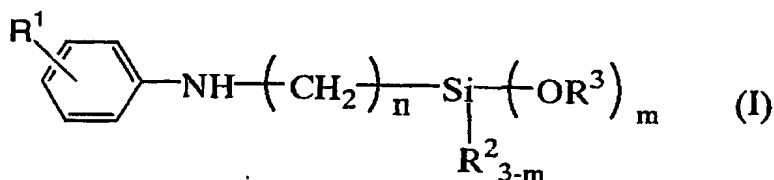
本発明において用いられる (D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤は分子内に2級アミノ基を有するシラン化合物であれば特に制限はないが、たとえば、 γ -アニリノプロピルトリメトキシシラン、 γ -アニリノプロピルトリエトキシシラン、 γ -アニリノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -アニリノプロピルメチルジエトキシシラン、 γ -アニリノプロピルエチルジエトキシシラン、 γ -アニリノプロピルエチルジメトキシシラン、 γ -アニリノメチルトリメトキシシラン、 γ -アニリノメチルトリエトキシシラン、 γ -アニリノメチルメチルジメトキシシラン、 γ -アニリノメチルメチルジエトキシシラン、 γ -アニリノメチルエチルジエトキシシラン、 γ -アニリノメチルエチルジメトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N-(

p-メトキシフェニル) - γ -アミノプロピルメチルジエトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル) - γ -アミノプロピルエチルジエトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル) - γ -アミノプロピルエチルジメトキシシラン、 γ -(N-メチル) アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N-エチル) アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N-ブチル) アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N-ベンジル) アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N-メチル) アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N-エチル) アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N-ブチル) アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N-ベンジル) アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N-メチル) アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -(N-エチル) アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -(N-ブチル) アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -(N-ベンジル) アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N- β -(アミノエチル) - γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(β -アミノエチル) アミノプロピルトリメトキシシラン、N- β -(N-ビニルベンジルアミノエチル) - γ -アミノプロピルトリメトキシシラン等が挙げられる。

【0029】

なかでも充填性の観点からは、下記一般式 (I) で示されるアミノシランカップリング剤が好ましい。

【化19】



(ここで、 R^1 は水素原子、炭素数1～6のアルキル基及び炭素数1～2のアルコキシ基から選ばれ、 R^2 は炭素数1～6のアルキル基及びフェニル基から選ばれ、 R^3 はメチル基又はエチル基を示し、 n は1～6の整数を示し、 m は1～3の整数を示す。)

上記一般式 (I) で示されるアミノシランカップリング剤としては、たとえば γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリエトキシ

シラン、 γ -アニリノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -アニリノプロピルメチルジエトキシシラン、 γ -アニリノプロピルエチルジエトキシシラン、 γ -アニリノプロピルエチルジメトキシシラン、 γ -アニリノメチルトリメトキシシラン、 γ -アニリノメチルトリエトキシシラン、 γ -アニリノメチルメチルジメトキシシラン、 γ -アニリノメチルメチルジエトキシシラン、 γ -アニリノメチルエチルジエトキシシラン、 γ -アニリノメチルエチルジメトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルメチルジエトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルエチルジエトキシシラン、N-(p-メトキシフェニル)- γ -アミノプロピルエチルジメトキシシラン等が挙げられる。特に好ましくは、 γ -アニリノプロピルトリメトキシシランである。

【0030】

(D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤の配合量は、封止用エポキシ樹脂成形材料に対して0.037~4.75重量%であることが好ましく、0.088~2.3重量%であることがさらに好ましい。0.037重量%未満では流動性が低下し、ボイド等充填性に関する成形不良が発生しやすくなる傾向や、配線板との接着性が低下する傾向がある。4.75重量%を超えると揮発分が多くなり、ボイド等充填性に関する成形不良が発生しやすくなる傾向があるとともにパッケージの成形性が低下する傾向がある。

【0031】

本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料には、樹脂成分と充填剤との接着性を高めるために、カップリング剤を配合することが好ましい。カップリング剤としては、(D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤が好ましいが、本発明の効果を達成できる範囲内で必要に応じてその他のカップリング剤を併用することができる。

(D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤と併用できるその他のカップリング剤としては、封止用エポキシ樹脂成形材料に一般に使用されているもの

で特に制限はないが、たとえば、1級アミノ基及び／又は3級アミノ基を有するシラン化合物、エポキシシラン、メルカプトシラン、アルキルシラン、フェニルシラン、ウレイドシラン、ビニルシラン等の各種シラン系化合物、チタン系化合物、アルミニウムキレート類、アルミニウム／ジルコニウム系化合物等が挙げられる。これらを例示すると、ビニルトリクロロシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリス (β -メトキシエトキシ) シラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 β -(3, 4-エポキシシクロヘキシル) エチルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン、 γ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -アミノプロピルメチルジエトキシシラン、 γ -(N, N-ジメチル) アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N, N-ジエチル) アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N, N-ジブチル) アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N-メチル) アニリノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N-エチル) アニリノプロピルトリメトキシシラン、 γ -(N, N-ジメチル) アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N, N-ジエチル) アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N, N-ジブチル) アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N-メチル) アニリノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N-エチル) アニリノプロピルトリエトキシシラン、 γ -(N, N-ジメチル) アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -(N, N-ジエチル) アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -(N, N-ジブチル) アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -(N-メチル) アニリノプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -(N-エチル) アニリノプロピルメチルジメトキシシラン、N-(トリメトキシシリルプロピル) エチレンジアミン、N-(ジメトキシメチルシリルイソプロピル) エチレンジアミン、メチルトリメトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、 γ -クロロプロピルトリメトキシシラン、ヘキサメチルジシラン、ビニルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン等のシラン系カップリング剤、イソプロピルトリイソステアロイルチ

タネート、イソプロピルトリス（ジオクチルパイロホスフェート）チタネート、イソプロピルトリ（N-アミノエチルーアミノエチル）チタネート、テトラオクチルビス（ジトリデシルホスファイト）チタネート、テトラ（2，2-ジアリルオキシメチルー1-ブチル）ビス（ジトリデシル）ホスファイトチタネート、ビス（ジオクチルパイロホスフェート）オキシアセテートチタネート、ビス（ジオクチルパイロホスフェート）エチレンチタネート、イソプロピルトリオクタノイルチタネート、イソプロピルジメタクリルイソステアロイルチタネート、イソプロピルトリドデシルベンゼンスルホニルチタネート、イソプロピルイソステアロイルジアクリルチタネート、イソプロピルトリ（ジオクチルホスフェート）チタネート、イソプロピルトリクミルフェニルチタネート、テトライソプロピルビス（ジオクチルホスファイト）チタネート等のチタネート系カップリング剤などが挙げられ、これらの1種を単独で用いても2種類以上を組み合わせ用いてもよい。

【0032】

これらその他のカップリング剤を用いる場合、（D）2級アミノ基を有するシランカップリング剤の配合量は、その性能を発揮するためにカップリング剤全量に対して30重量%以上とすることが好ましく、50重量%以上がより好ましい。

上記（D）2級アミノ基を有するシランカップリング剤を含むカップリング剤の全配合量は、封止用エポキシ樹脂成形材料に対して0.037～4.75重量%であることが好ましく、0.088～2.3重量%であることがより好ましい。0.037質量%未満では配線板との接着性が低下する傾向があり、4.75質量%を超えると揮発分が多くなり、ボイド等充填性に関する成形不良が発生しやすくなる傾向があるとともにパッケージの成形性が低下する傾向がある。尚、上記カップリング剤の配合量は、（C）無機充填剤に対して0.05～5重量%であることが好ましく、0.1～2.5重量%がより好ましい。配合量を規定した理由は前記と同様である。

（カップリング剤被覆率）

本発明においてカップリング剤を用いる場合、無機充填剤へのカップリング剤

の被覆率は0.3～1.0とすることが好ましく、さらに好ましくは0.4～0.9、より好ましくは0.5～0.8の範囲とすることが都合がよい。カップリング剤の被覆率が1.0より大きい場合、成形時に発生する揮発分による気泡が増加して、薄肉部のポイドが発生しやすくなる傾向がある。また、カップリング剤の被覆率が0.3より小さい場合、樹脂と充填材との接着力が低下するため、成型品強度が低下する傾向がある。

エポキシ樹脂組成物のカップリング剤被覆率Xは(xxx)式のように定義される。

$$X(\%) = S_c / S_f \quad (xxx)$$

S_c 及び S_f は、それぞれエポキシ樹脂組成物における全カップリング剤の総最小被覆面積と全充填材の総表面積を表し、(yyy)式、(zzz)式で定義される。

$$S_c = A_1 \times W_1 + A_2 \times W_2 + \dots + A_n \times M_n \quad (n \text{ は使用カップリング剤種数}) \quad (yyy)$$

$$S_f = B_1 \times W_1 + B_2 \times W_2 + \dots + B_l \times W_l \quad (l \text{ は使用充填材種数}) \quad (zzz)$$

ここで、AとMはそれぞれ各カップリング剤の最小被覆面積およびその使用量、BとWはそれぞれ各充填材の比表面積およびその使用量を表す。

(カップリング剤被覆率の制御方法)

エポキシ樹脂組成物に使用する各カップリング剤および無機充填剤それぞれの最小被覆面積および比表面積が既知であれば、(xxx)式、(yyy)式および(zzz)式より、目的のカップリング剤被覆率となるカップリング剤および充填材の使用量を算出することが可能である。

【0033】

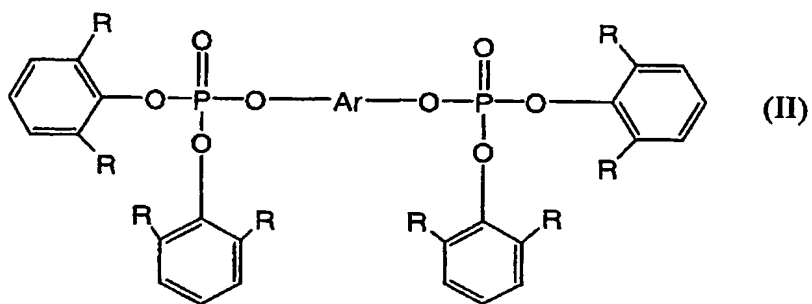
(リン化合物)

充填性、難燃性の観点からは、本発明において、さらに(E)リン化合物を配合することが好ましい。本発明において用いられる(E)リン化合物としては特に制限はないが、耐湿信頼性の観点からリン酸エステル、ホスフィンオキサイドが好ましい。

リン酸エステルはリン酸とアルコール化合物又はフェノール化合物のエステル化合物であれば特に制限はないが、例えばトリメチルホスフェート、トリエチルホスフェート、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、トリキ

シレニルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、キシレニルジフェニルホスフェート、トリス(2,6-ジメチルフェニル)ホスフェート及び芳香族縮合リン酸エステル等が挙げられる。なかでも耐加水分解性の観点からは、下記一般式(II)で示される芳香族縮合リン酸エステルが好ましい。

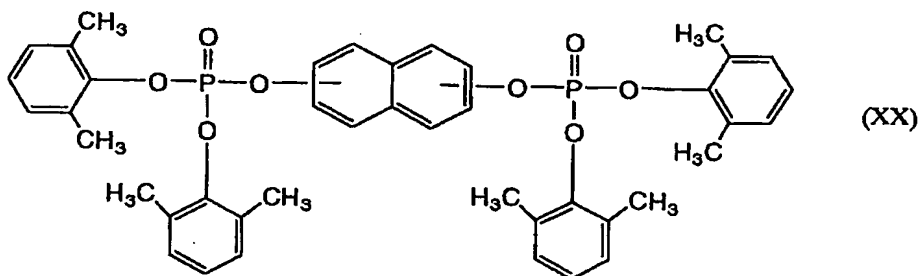
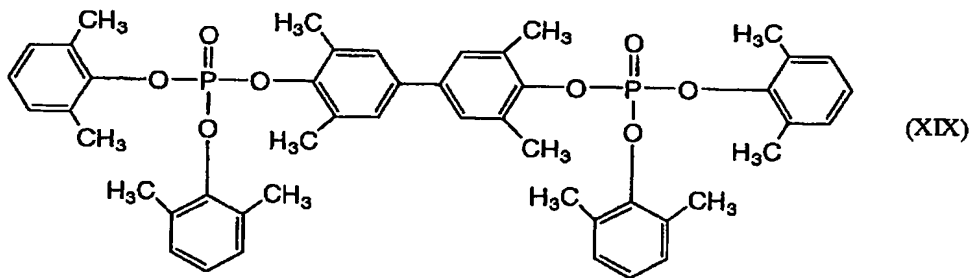
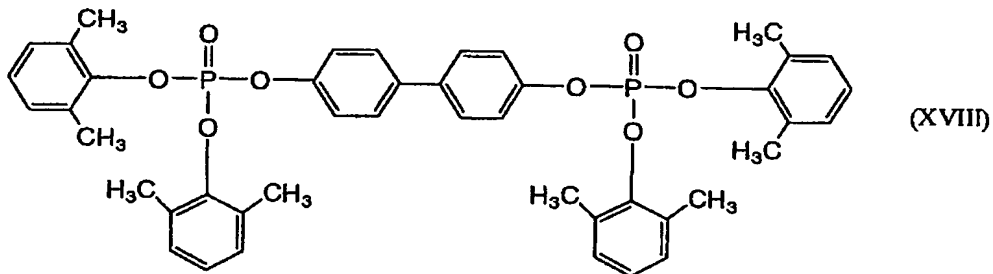
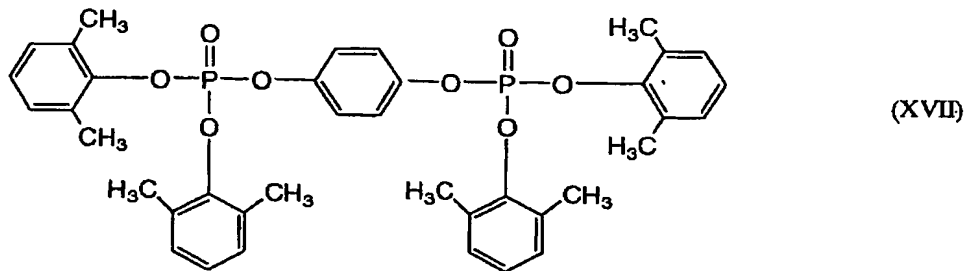
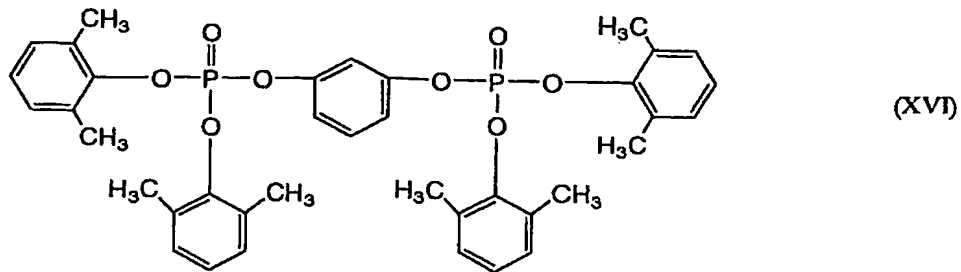
【化20】



(ここで、式中の8個のRは炭素数1～4のアルキル基を示し、全て同一でも異なってもよい。Arは芳香族環を示す。)

上記式(II)のリン酸エステルを例示すると、下記構造式(XVI)～(XX)で示されるリン酸エステル等が挙げられる。

【化 21】



【0034】

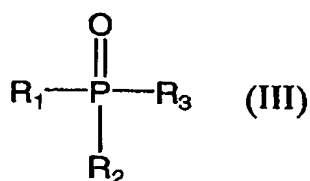
これらリン酸エステルの添加量は、充填剤を除く他の全配合成分に対して、燐

原子の量が 0.2～3.0 質量%の範囲内であることが好ましい。0.2 質量%より少ない場合は充填性が低下し、ボイド等の成形不良が発生しやすくなる。また難燃効果が低くなる傾向がある。3.0 質量%を超えた場合は成形性、耐湿性の低下や、成形時にこれらのリン酸エステルがしみ出し、外観を阻害する場合がある。

【0035】

ホスフィンオキサイドとしては下記一般式 (III) で示される化合物が好ましい。

【化22】



(ここで、R¹、R²及びR³は炭素数1～10の置換又は非置換のアルキル基、アリール基、アラルキル基及び水素原子を示し、すべて同一でも異なってもよい。ただしすべてが水素原子である場合を除く。)

上記一般式 (I) で示されるリン化合物の中でも、耐加水分解性の観点からは R¹～R³が置換又は非置換のアリール基であることが好ましく、特に好ましくはフェニル基である。

【0036】

ホスフィンオキサイドの配合量は封止用エポキシ樹脂成形材料に対してリン原子の量が 0.01～0.2 重量%であることが必要である。好ましくは 0.02～0.1 重量%であり、さらに好ましくは 0.03～0.08 重量%である。0.01 重量%未満であると難燃性が低下し、0.2 重量%を超えると成形性、耐湿性が低下する。

【0037】

(硬化促進剤)

硬化性の観点からは、本発明において、さらに (F) 硬化促進剤を配合することが好ましい。本発明において用いられる (F) 硬化促進剤としては封止用エポ

キシ樹脂成形材料に一般に使用されているものであれば特に制限はないが、たとえば、1, 8-ジアザーピシクロ (5, 4, 0) ウンデセン-7, 1, 5-ジアザーピシクロ (4, 3, 0) ノネン、5, 6-ジブチルアミノ-1, 8-ジアザーピシクロ (5, 4, 0) ウンデセン-7等のシクロアミジン化合物及びこれらの化合物に無水マレイン酸、1, 4-ベンゾキノン、2, 5-トルキノン、1, 4-ナフトキノン、2, 3-ジメチルベンゾキノン、2, 6-ジメチルベンゾキノン、2, 3-ジメトキシ-5-メチル-1, 4-ベンゾキノン、2, 3-ジメトキシ-1, 4-ベンゾキノン、フェニル-1, 4-ベンゾキノン等のキノン化合物、ジアゾフェニルメタン、フェノール樹脂などの π 結合をもつ化合物を付加してなる分子内分極を有する化合物、ベンジルジメチルアミン、トリエタノールアミン、ジメチルアミノエタノール、トリス (ジメチルアミノメチル) フェノール等の3級アミン類及びこれらの誘導体、2-メチルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール、2-フェニル-4-メチルイミダゾール等のイミダゾール類及びこれらの誘導体、トリブチルホスフィン、メチルジフェニルホスフィン、トリフェニルホスフィン、トリス (4-メチルフェニル) ホスフィン、ジフェニルホスフィン、フェニルホスフィン等の有機ホスフィン類及びこれらのホスフィン類に無水マレイン酸、上記キノン化合物、ジアゾフェニルメタン、フェノール樹脂等の π 結合をもつ化合物を付加してなる分子内分極を有するリン化合物、テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィンテトラフェニルボレート、2-エチル-4-メチルイミダゾールテトラフェニルボレート、N-メチルモルホリントテトラフェニルボレート等のテトラフェニルボロン塩及びこれらの誘導体などが挙げられ、これらを単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。なかでも充填性及び耐リフロー性の観点からは有機ホスフィンとキノン化合物との付加物が好ましい。

【0038】

硬化促進剤の配合量は、硬化促進効果が達成される量であれば特に制限されるものではないが、封止用エポキシ樹脂成形材料に対して0.005~2重量%が好ましく、より好ましくは0.01~0.5重量%である。0.005重量%未満では短時間での硬化性に劣る傾向があり、2重量%を超えると硬化速度が速す

ぎて良好な成形品を得ることが困難になる傾向がある。

【0039】

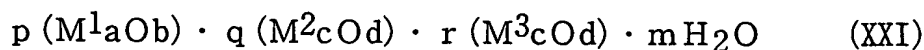
(難燃剤)

本発明には難燃性の観点から、さらに各種難燃剤を添加してもよい。難燃剤は封止用エポキシ樹脂成形材料に一般に使用されているもので特に制限はないが、たとえば、テトラプロモビスフェノールAのジグリシジルエーテル化物やブROM化フェノールノボラックエポキシ樹脂等のブROM化エポキシ樹脂。酸化アンチモン、赤リン及び前述のリン酸エステル等の燐化合物、メラミン、メラミンシアヌレート、メラミン変性フェノール樹脂及びグアナミン変性フェノール樹脂等の含窒素化合物、シクロホスファゼン等の燐／窒素含有化合物、酸化亜鉛、酸化鉄、酸化モリブデン、フェロセン、上記水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム及び複合金属水酸化物等の金属化合物などが挙げられる。

近年の環境問題や高温放置特性の観点からは非ハロゲン、非アンチモン系の難燃剤が好ましい。なかでも充填性の観点からはリン酸エステルが好ましく、安全性、耐湿性の観点からは複合金属水酸化物が好ましい。

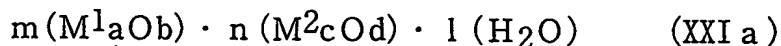
【0040】

複合金属水酸化物は下記組成式 (XXI) で示される化合物が好ましい。



(ここで、 M^1 、 M^2 及び M^3 は互いに異なる金属元素を示し、 a 、 b 、 c 、 d 、 p 、 q 及び m は正の数、 r は0又は正の数を示す。)

なかでも、上記組成式 (XXI) 中の r が0である化合物、すなわち、下記組成式 (XXI a) で示される化合物がさらに好ましい。



(ここで、 M^1 及び M^2 は互いに異なる金属元素を示し、 a 、 b 、 c 、 d 、 m 、 n 及び l は正の数を示す。)

上記組成式 (XXI) 及び (XXI a) 中の M^1 及び M^2 は互いに異なる金属元素であれば特に制限はないが、難燃性の観点からは、 M^1 と M^2 が同一とならないように M^1 が第3周期の金属元素、IIA族のアルカリ土類金属元素、IVB族、IIB族、VIII族、IB族、IIIA族及びIVA族に属する金属元素から選ばれ、 M^2 がIIIB～

IIB族の遷移金属元素から選ばれることが好ましく、 M^1 がマグネシウム、カルシウム、アルミニウム、スズ、チタン、鉄、コバルト、ニッケル、銅及び亜鉛から選ばれ、 M^2 が鉄、コバルト、ニッケル、銅及び亜鉛から選ばれることがより好ましい。流動性の観点からは、 M^1 がマグネシウム、 M^2 が亜鉛又はニッケルであることが好ましく、 M^1 がマグネシウムで M^2 が亜鉛であることがより好ましい。上記組成式 (XXI) 中の p 、 q 、 r のモル比は本発明の効果が得られれば特に制限はないが、 $r = 0$ で、 p 及び q のモル比 p/q が $99/1 \sim 50/50$ であることが好ましい。すなわち、上記組成式 (XXI a) 中の m 及び n のモル比 m/n が $99/1 \sim 50/50$ であることが好ましい。

なお、金属元素の分類は、典型元素を A 亜族、遷移元素を B 亜族とする長周期型の周期率表（出典：共立出版株式会社発行「化学大辞典 4」1987年2月15日縮刷版第30刷）に基づいて行った。

複合金属水酸化物の形状は特に制限はないが、流動性、充填性の観点からは、平板状より、適度の厚みを有する多面体形状が好ましい。複合金属水酸化物は、金属水酸化物と比較して多面体状の結晶が得られやすい。

複合金属水酸化物の配合量は特に制限はないが、封止用エポキシ樹脂成形材料に対して 0.5～20 重量%が好ましく、0.7～15 重量%がより好ましく、1.4～12 重量%がさらに好ましい。0.5 重量%未満では難燃性が不十分となる傾向があり、20 重量%を超えると充填性及び耐リフロー性が低下する傾向がある。

【0041】

(加熱減量率)

エポキシ樹脂組成物の加熱減量率は 0.25 質量%以下が必須であるが、好ましくは 0.22 質量%以下、より好ましくは 0.20 質量%以下である。加熱減量率が 0.25 質量%を超えると、成形時に発生する揮発分による気泡が増加して、薄肉部のポイドが発生しやすくなる。

(加熱減量率の定義)

重量 A の耐熱性容器に樹脂組成物を加えた重量 W_0 を測定する。これを 200℃雰囲気下にて1時間放置した後、容器と樹脂組成物の合計重量 W を測定する。

このとき加熱減量率Yは次式により求まる。

$$Y=100 \times (W_0 - W) / (W_0 - A)$$

(加熱減量率の制御方法)

加熱減量率測定時に発生する揮発成分は、主に水分とアルコール類である。従って、成形前エポキシ樹脂組成物の含水率低減、カップリング剤の最小必要量への最適化、揮発成分を生成し難いカップリング剤の使用等が有効である。

【0042】

本発明に係る封止用エポキシ樹脂成形材料について好ましい態様をいくつか挙げてさらに説明する。

(第1の態様)

本発明に係る封止用エポキシ樹脂成形材料の第1の好ましい態様としては、必須成分として(A)エポキシ樹脂、(B)硬化剤、及び(C)平均粒径が $15\mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤を含有する封止用エポキシ樹脂成形材料が挙げられる。この場合、所望により(D)2級アミノ基を有するシランカップリング剤、(E)リン化合物及び(F)硬化促進剤のいずれかをさらに加えてもよい。各成分の組み合わせ及び配合量を調整することによって、フリップチップ実装型のアンダーフィル用封止用エポキシ樹脂成形材料を得ることができる。なかでも(A)エポキシ樹脂、(B)硬化剤、(C)平均粒径が $15\mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤の選定とその配合量が特に重要である。

【0043】

(第2の態様)

本発明に係る封止用エポキシ樹脂成形材料の第2の好ましい態様としては、(A)エポキシ樹脂、(B)硬化剤、(C)平均粒径が $15\mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤を含有する封止用エポキシ樹脂成形材料が挙げられる。この場合、さらに任意成分としての(D)2級アミノ基を有するシランカップリング剤を加えても良い。また他の添加剤を加えても良い。各成分の組み合わせ及び配合量を調整することによってフリップチップ実装型のアンダーフィル用封止用エポキシ樹脂成形材料を得ることができる。なかでも(A)エポ

キシ樹脂、(B) 硬化剤、(C) 平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\ \text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤及び、(D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤の選定と配合量が特に重要である。

【0044】

(第3の態様)

本発明に係る封止用エポキシ樹脂成形材料の第3の好ましい態様としては、(A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、(C) 平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\ \text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤を含有する封止用エポキシ樹脂成形材料が挙げられる。この場合、さらに任意成分としての (D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤、(E) リン化合物のいずれかを加えてもよい。また他の添加剤を加えても良い。各成分の組み合わせ及び配合量を調整することによってフリップチップ実装型のアンダーフィル用封止用エポキシ樹脂成形材料を得ることができる。なかでも (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、(C) 平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\ \text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤及び、(D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤、(E) リン化合物の選定と配合量が特に重要である。

【0045】

(第4の態様)

本発明に係る封止用エポキシ樹脂成形材料の第4の好ましい態様においては、(A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、(C) 平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\ \text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤を含有する封止用エポキシ樹脂成形材料が挙げられる。この場合、さらに任意成分としての (D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤、(E) リン化合物及び (F) 硬化促進剤のいずれかを加えても良い。各成分の組み合わせ及び配合量を調整することによってフリップチップ実装型のアンダーフィル用封止用エポキシ樹脂成形材料を得ることができる。なかでも (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、(C) 平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\ \text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤及び、(D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤、(E) リン化合物及び (F) 硬化促進剤の選定と配合量が特に重要である。

【0046】

ファインピッチのはんだバンプ等を備える次世代フリップチップ型半導体装置の製造において、従来の固形タイプの封止用エポキシ樹脂を用いて封止する場合、直径0.1mm程度のやや大きめのボイドの発生に起因してアンダーフィル部の充填は満足できるものではなかった。ところが前記第1から第4の態様に代表される本発明の封止用エポキシ樹脂を封止材として用いることにより、前記問題は解消されるに至った。即ち、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料は、後に半導体装置の欄で説明する所定の構成を備える半導体装置の製造に好適に使用されるものである。

【0047】

ここで、(A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤及び(C) 無機充填剤の選定は以下の観点から行われることが好ましい。

(A) エポキシ樹脂の選定においては150℃における熔融粘度が2ポイズ以下であるものを選択することが好ましく、1ポイズ以下であるものを選択することがより好ましい。(C) 無機充填剤の配合割合が高い場合にこの選択は特に有効である。中でもビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂及び硫黄原子含有エポキシ樹脂から選択される少なくとも1つ以上を使用することが充填性、信頼性の観点から好ましい。またフリップチップ実装型パッケージにおける反りを低減する観点からはナフタレン型エポキシ樹脂及びトリフェニルメタン型エポキシ樹脂から選択される少なくとも1つ以上を使用することが好ましい。充填性と反りを両立するためにはビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂及び硫黄原子含有エポキシ樹脂から選択される少なくとも1つ以上とナフタレン型エポキシ樹脂、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂から選択される少なくとも1つ以上を併用することが好ましい。

(B) 硬化剤の選定においては150℃における熔融粘度は2ポイズ以下であるものを選択することが好ましく、1ポイズ以下であるものを選択することがより好ましい。(C) 無機充填剤の配合割合が高い場合にこの選択は特に有効である。また成形性の観点から(A) エポキシ樹脂としてノボラック型エポキシ樹脂

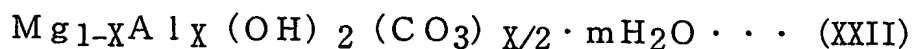
から選択される少なくとも1つ以上を使用した場合、低吸湿性の観点からジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂を選択した場合、耐熱性及び低反り性の観点からナフタレン型エポキシ樹脂及びトリフェニルメタン型エポキシ樹脂から選択される少なくとも1つ以上を使用した場合も上記選択は特に有効である。

(C) 平均粒径が $15\mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0\sim 6.0\text{m}^2/\text{g}$ である無機充填剤の選定においては、平均粒径は $15\mu\text{m}$ 以下の範囲で、適用する本発明範囲のフリップチップ実装型半導体装置におけるバンプ高さ及びバンプピッチを考慮して注入可能な大きさのものを選択することが必要であるが、必要以上に小さいものを選択することは流動性が低下し、充填性が低下する。これを避けるためには比表面積が $3.0\sim 6.0\text{m}^2/\text{g}$ の範囲を満たすものを選択することが必要である。平均粒径、比表面積両者を上記範囲で満たすためには市販の無機充填剤2種以上を組み合わせ調整することが有効である。

さらには必要により(C)無機充填剤の粗粒子分を篩にてカットしてもよい。 $53\mu\text{m}$ 以上の(C)成分が0.5重量%以下であることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上の(C)成分が0.5重量%以下であることがより好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上の(C)成分が0.5重量%以下であることがさらに好ましい。

【0048】

また、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料には、IC等の半導体素子の耐湿性及び高温放置特性を向上させる観点から陰イオン交換体を添加することもできる。陰イオン交換体としては特に制限はなく、従来公知のものを用いることができるが、たとえば、ハイドロタルサイト類や、マグネシウム、アルミニウム、チタン、ジルコニウム、ビスマス等から選ばれる元素の含水酸化物等が挙げられ、これらを単独又は2種以上を組み合わせ用いることができる。なかでも、下記組成式(XXII)で示されるハイドロタルサイトが好ましい。



($0 < X \leq 0.5$ 、 m は正の数)

【0049】

さらに、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料には、その他の添加剤として、高級脂肪酸、高級脂肪酸金属塩、エステル系ワックス、ポリオレフィン系ワック

ス、ポリエチレン、酸化ポリエチレン等の離型剤、カーボンプラック等の着色剤、シリコンオイルやシリコンゴム粉末等の応力緩和剤などを必要に応じて配合することができる。

【0050】

(調製・使用方法)

本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料は、各種原材料を均一に分散混合できるのであれば、いかなる手法を用いても調製できるが、一般的な手法として、所定の配合量の原材料をミキサー等によって十分混合した後、ミキシングロール、押出機、らいかい機、プラネタリミキサ等によって混合又は溶融混練した後、冷却し、必要に応じて脱泡、粉碎する方法等を挙げることができる。また、必要に応じて成形条件に合うような寸法及び重量でタブレット化してもよい。

【0051】

本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料を封止材として用いて、半導体装置を封止する方法としては、低圧トランスファ成形法が最も一般的であるが、インジェクション成形法、圧縮成形法等も挙げられる。デイスペンス方式、注型方式、印刷方式等を用いてもよい。充填性の観点からは減圧状態にて成形できる成形法が好ましい。

【0052】

(半導体装置)

続いて本発明の半導体装置について説明する。半導体装置の説明を介して本発明のエポキシ樹脂成形材料の好適な用途及び使用方法についても説明する。

本発明の半導体装置としては、配線済みのテープキャリア、配線板、ガラス等の支持部材や実装基板に、半導体チップ、トランジスタ、ダイオード、サイリスタ等の能動素子、コンデンサ、抵抗体、コイル等の受動素子等の素子を搭載し、封止用エポキシ樹脂成形材料で封止したフリップチップ実装型の半導体装置などが挙げられる。

ここで、前記封止用エポキシ樹脂成形材料としては、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料を用いることができる。即ち必須成分として (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、及び (C) 平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0\sim6.0\text{ m}$

2/gである無機充填剤を含有し、所望により (D) 2級アミノ基を有するシランカップリング剤、(E) リン化合物及び (F) 硬化促進剤のいずれかを含有する封止用エポキシ樹脂成形材料が用いられる。

前記実装基板としては特に制限するものではなく、たとえば、有機基板、有機フィルム、セラミック基板、ガラス基板等のインターポーザ基板、液晶用ガラス基板、MCM (Multi Chip Module) 用基板、ハイブリット IC 用基板等が挙げられる。

【0053】

本発明の半導体装置としては、それぞれ所定の値に規定された (a) フリップチップのバンパ高さ、(b) フリップチップのバンパピッチ、(c) 半導体チップの面積、(d) 封止材の総厚さ、(e) フリップチップのバンパ数の構成を1以上備えるものが好ましい。

具体的には以下の (a1) ~ (e1) の構成を1以上備えるものが好ましい。

尚、本発明において「封止材の総厚さ」とはアンダーフィルタイプにあつてはバンパ高さをいうものとする。

(a1) フリップチップのバンパ高さが150 μ m以下である

(b1) フリップチップのバンパピッチが500 μ m以下である

(c1) 半導体チップの面積が25 mm²以上である

(d1) 封止材の総厚さが2 mm以下である

(e1) フリップチップのバンパ数が100以上である

以下の (a2) ~ (e1) の構成を1以上備えるものがより好ましい。

(a2) フリップチップのバンパ高さが100 μ m以下である

(b2) フリップチップのバンパピッチが400 μ m以下である

(c2) 半導体チップの面積が50 mm²以上である

(d2) 封止材の総厚さが1.5 mm以下である

(e2) フリップチップのバンパ数が150以上である

以下の (a3) ~ (e3) の構成を1以上備えるものがさらに好ましい。

(a3) フリップチップのバンパ高さが80 μ m以下である

(b3) フリップチップのバンパピッチが300 μ m以下である

(c 3) 半導体チップの面積が 80 mm^2 以上である

(d 3) 封止材の総厚さが 1.0 mm 以下である

(e 3) フリップチップの bumps 数が 200 以上である

好ましい態様を挙げて半導体装置について説明したが、なかでも前記 (a) ~ (e) の構成を以下の組み合わせで備える半導体装置が特に好ましい。

充填性の観点からは、構成 (a) 及び構成 (b) の少なくとも一方を備える半導体装置が好ましい。より具体的には構成 (a 1) 及び (b 1) を備える半導体装置、構成 (a 1) 及び (d 1) を備える半導体装置、構成 (a 1) 及び (c 1) を備える半導体装置、構成 (b) 及び (d) を備える半導体装置、並びに構成 (b 1) 及び (c 1) を備える半導体装置が好ましい。さらに構成 (a 2) 及び (b 2) を備える半導体装置、構成 (a 2) 及び (d 2) を備える半導体装置、構成 (a 2) 及び (c 2) を備える半導体装置、構成 (b 2) 及び (d 2) を備える半導体装置、並びに構成 (b 2) 及び (c 2) を備える半導体装置が好ましい。さらにまた構成 (a 3) 及び (b 3) を備える半導体装置、構成 (a 3) 及び (d 3) を備える半導体装置、構成 (a 3) 及び (c 3) を備える半導体装置、構成 (b 3) 及び (d 3) を備える半導体装置、並びに構成 (b 3) 及び (c 3) を備える半導体装置が好ましい。

【0054】

このような半導体装置としては、たとえば、配線板やガラス上に形成した配線に、フリップチップボンディングで接続した半導体チップを、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料で封止した COB (Chip On Board)、COG (Chip On Glass) 等のベアチップ実装した半導体装置、配線板やガラス上に形成した配線に、フリップチップボンディングで接続した半導体チップ、トランジスタ、ダイオード、サイリスタ等の能動素子及び／又はコンデンサ、抵抗体、コイル等の受動素子を、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料で封止したハイブリッド IC、MCM (Multi Chip Module) マザーボード接続用の端子を形成したインターポーザ基板に半導体チップを搭載し、bumps により半導体チップとインターポーザ基板に形成された配線を接続した後、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料で半導体チップ搭載側を封止した BGA (Ball Grid Array)、CSP (Chip Size Package)、MCP (Multi Chip Package) などが挙げられる。また、これらの半導体

装置は、実装基板上に素子が2個以上重なった形で搭載されたスタックド（積層）型パッケージであっても、2個以上の素子を一度に封止用エポキシ樹脂成形材料で封止した一括モールド型パッケージであってもよい。

【0055】

本発明の半導体装置の好ましい態様を図1～図3を参照しながら説明する。

尚、本発明の半導体装置はこれらに限られるものではない。

図1には、アンダーフィルタイプのフリップチップ型BGAの断面図が示されており、図2には、オーバーモールドタイプのフリップチップ型BGAの断面図が示されている。また図3にはフリップチップ型BGAの配線板1上にはんだバンプ2を介して半導体チップ3を配置した際の上面図（一部透視図）が示されている。

図1に示されるアンダーフィルタイプのフリップチップ型BGAの半導体装置10は、図3に示されるように配線板1上にはんだバンプ2を所定のバンプピッチbで配置し；そのはんだバンプ2を介してバンプ高さaで半導体チップ3を配線板1上に接続・固定し；そして配線板1と半導体チップ3間に形成されるアンダーフィル部5を封止用エポキシ樹脂成形材料（封止材）4を用いて封止することにより得られるものである。図2に示されるオーバーモールドタイプのフリップチップ型BGAの半導体装置20は、前記封止工程においてアンダーフィル部5を封止すると共に半導体チップ3全体を覆うように封止することを除いて、前記と同様にして製造されるものである。

ここで、本発明の半導体装置の製造に際しては、半導体装置のバンプ高さa、バンプピッチb、半導体チップの面積c及び封止材の総厚さdを以下のように設定することが好ましい。

はんだバンプ2の高さaは $150\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $100\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $80\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

はんだバンプ2のピッチbすなわちはんだバンプの中心間隔は $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $400\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $300\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

半導体チップ3の面積cは 25mm^2 以上であることが好ましく、 50mm^2 以

上であることがより好ましく、 80 mm^2 以上であることがさらに好ましい。

封止材 4 の総厚さ d は 2 mm 以下であることが好ましく、 1.5 mm 以下であることがより好ましく、 1.0 mm 以下であることがさらに好ましい。

尚、アンダーフィルタイプにあつては総厚さとバンプ高さ a は同一の値となる。

またはんだバンプ 2 の数は 100 以上であることが好ましく、 150 以上であることがより好ましく、 200 以上であることがさらに好ましい。

【0056】

【実施例】

次に実施例により本発明を説明するが、本発明の範囲はこれらの実施例に限定されるものではない。なお、各封止用エポキシ樹脂成形材料及び半導体装置の評価は特記しない限り後に説明する評価方法に基づいて行った。

【0057】

〔封止用エポキシ樹脂成形材料の作製〕

以下に挙げる成分をそれぞれ表 1、表 2 に示す重量部で配合し、混練温度 80°C 、混練時間 10 分の条件でロール混練を行い、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～19 を作製した。

(エポキシ樹脂)

エポキシ樹脂として、エポキシ当量 196、融点 106°C のビフェニル型エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン株式会社製商品名エピコート YX-4000H）；エポキシ当量 186、融点 75°C のビスフェノール F 型エポキシ樹脂（新日鉄化学株式会社製商品名 YSLV-80XY）；エポキシ当量 210、融点 120°C のスチルベン型エポキシ樹脂（住友化学工業株式会社製商品名 ESLV-210）；エポキシ当量 245、融点 110°C の硫黄原子含有エポキシ樹脂（新日鉄化学株式会社製商品名 YSLV-120TE）；エポキシ当量 170、軟化点 60°C 、 150°C の溶融粘度 2.4 poise のトリフェノールメタン型エポキシ樹脂 1（ジャパンエポキシレジン株式会社製商品名エピコート E1032H）；エポキシ当量 170、軟化点 70°C 、 150°C の溶融粘度 3.1 poise のトリフェノールメタン型エポキシ樹脂 2（ジャパンエポキシレジン株式会社製商品名エピコート E1032H）及びエポキシ当量 195、軟化点 65°C の

ークレゾールノボラック型エポキシ樹脂（住友化学工業株式会社製商品名 E S C N-190）を用いた。

（硬化剤）

硬化剤として、軟化点 70℃、水酸基当量 175 のフェノール・アラルキル樹脂（三井化学株式会社製商品名 ミレックス XL-225）；軟化点 80℃、水酸基当量 199 のビフェニル型フェノール樹脂（明和化成株式会社製商品名 MEH-7851）；軟化点 83℃、水酸基当量 103、150℃の熔融粘度 1.3 p o i s e のトリフェノールメタン型フェノール樹脂 1（明和化成製商品名 MEH-7500-3S）；軟化点 101℃、水酸基当量 101、150℃の熔融粘度 3.0 p o i s e のトリフェノールメタン型フェノール樹脂 2（明和化成製商品名 MEH-7500-SS）；軟化点 80℃、水酸基当量 106 のフェノールノボラック樹脂（明和化成株式会社製商品名 H-1）を用いた。

（硬化促進剤）

硬化促進剤として、トリフェニルホスフィンと p-ベンゾキノンの付加物（硬化促進剤）、カップリング剤として 2 級アミノ基を含有するシランカップリング剤（ γ -アニリノプロピルトリメトキシシラン（アニリノシラン））、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン（エポキシシラン）を用いた。

（難燃剤）

難燃剤として、芳香族縮合リン酸エステル（大八化学製商品名 P X-200）、トリフェニルホスフィンオキサイド、タテホ化学製複合金属水酸化物エコーマグ Z-10、三酸化アンチモン及びエポキシ当量 375、軟化点 80℃、臭素含量 48 重量%のビスフェノール A 型ブロム化エポキシ樹脂（住友化学工業株式会社製商品名 E S B-400T）を用いた。

（無機充填剤）

無機充填剤として、平均粒径 $6.7 \mu\text{m}$ 、比表面積 $3.0 \text{ m}^2/\text{g}$ の球状熔融シリカ 1、平均粒径 $8.8 \mu\text{m}$ 、比表面積 $4.6 \text{ m}^2/\text{g}$ の球状熔融シリカ 2、平均粒径 $12.5 \mu\text{m}$ 、比表面積 $3.2 \text{ m}^2/\text{g}$ の球状熔融シリカ 3、平均粒径 $6.0 \mu\text{m}$ 、比表面積 $2.7 \text{ m}^2/\text{g}$ の球状熔融シリカ 4、平均粒径 $17 \mu\text{m}$ 、比表面積 $3.8 \text{ m}^2/\text{g}$ の球状熔融シリカ 5 及び平均粒径 $0.8 \mu\text{m}$ 、比表面積 $6.3 \text{ m}^2/\text{g}$ の球

状溶融シリカ 6 を用いた。

(その他の添加剤)

その他の添加剤としてカルナバワックス (クラリアント社製) 及びカーボンブラック (三菱化学株式会社製商品名 MA-100) を用いた。

【0058】

【表 1】

表 1 封止用エポキシ樹脂成形材料の配合組成 1

配合成分	実施例用封止用エポキシ樹脂成形材料									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ビスフェノール型エポキシ樹脂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85
ビスフェノール型エポキシ樹脂	10	10	10	10	10	10	10	10	10	—
スルホン型エポキシ樹脂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
硫黄原子含有エポキシ樹脂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
トリフェノール型エポキシ樹脂 1	75	75	75	75	75	75	—	75	75	—
トリフェノール型エポキシ樹脂 2	—	—	—	—	—	—	75	—	—	—
オクレリールホスファツク型エポキシ樹脂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ブタジエン型エポキシ樹脂	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
フェノール・アラキル樹脂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ビスフェノール型フェノール樹脂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
トリフェノール型フェノール樹脂 1	55	55	55	55	55	55	55	—	55	49
トリフェノール型フェノール樹脂 2	—	—	—	—	—	—	—	55	—	—
フェノールホスファツク樹脂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
硬化促進剤	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
芳香族縮合リソ酸エステル	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
トリフェノールスフィンオキサイト	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
複合金属水酸化物	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
三酸化アンチモン	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
アニリノシラン	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	—	4.5
エポキシシラン	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5	—
球状溶融シリカ 1	868	—	—	—	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 2	—	868	—	—	—	—	868	868	868	933
球状溶融シリカ 3	—	—	868	—	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 4	—	—	—	868	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 5	—	—	—	—	868	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 6	—	—	—	—	—	868	—	—	—	—
カルナバワックス	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
カーボンブラック	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
無機充填剤量 (重量%)	83	83	83	83	83	83	83	83	83	84

【表 2】

表 2 封止用エポキシ樹脂成形材料の配合組成 2

配合成分	実施例用封止用エポキシ樹脂成形材料								
	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ビスフェノール型エポキシ樹脂	—	—	—	85	—	—	—	—	—
ビスフェノール型エポキシ樹脂	85	—	—	—	—	100	10	10	10
スチレン型エポキシ樹脂	—	85	—	—	—	—	—	—	—
硫黄原子含有エポキシ樹脂	—	—	85	—	—	—	—	—	—
トリフェノールメタン型エポキシ樹脂 1	—	—	—	—	—	—	90	90	90
トリフェノールメタン型エポキシ樹脂 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
オクレリールホスラック型エポキシ樹脂	—	—	—	—	85	—	—	—	—
ブロン化エポキシ樹脂	15	15	15	15	15	—	—	—	—
フェノール・アラキル樹脂	—	—	—	83	—	—	—	—	—
ビスフェノール型フェノール樹脂	—	—	—	—	—	107	—	—	—
トリフェノールメタン型フェノール樹脂 1	51	46	40	—	—	—	60	60	60
トリフェノールメタン型フェノール樹脂 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
フェノールホスラック樹脂	—	—	—	—	50	—	—	—	—
硬化促進剤	3.5	3.5	3.5	3.5	2.0	3.5	3.0	3.0	3.0
芳香族縮合リジン酸エステル	—	—	—	—	—	—	35	—	—
トリフェニルスフィンホキシド	—	—	—	—	—	—	—	35	—
複合金属水酸化物	—	—	—	—	—	—	—	—	150
三酸化アンチモン	15	15	15	15	15	15	15	15	15
アニリノシラン	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
エポキシシラン	—	—	—	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 2	951	922	890	1121	613	1756	1076	1076	757
球状溶融シリカ 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
球状溶融シリカ 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
カルナバワックス	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
カーボンブラック	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
無機充填剤量 (重量%)	84	84	84	84	78	88	83	83	83

【0059】

作製した封止用エポキシ樹脂成形材料 1～19 の特性を、表 3、4 に掲げる試験項目（スパイラルフロー、円板フロー、熱時硬度、難燃性）について評価した。結果を表 3、表 4 に示す。

【0060】

【表 3】

表 3 封止用エポキシ樹脂成形材料の特性 1

特性	実施例用封止用エポキシ樹脂成形材料									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
スパイラルフロー (cm)	171	175	174	100	175	68	113	107	166	232
円板フロー (mm)	121	130	127	76	127	56	88	81	102	125
熱時硬度 (Shore D)	77	77	78	77	78	76	82	83	76	82
UL-94試験	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0

【表 4】

表 4 封止用エポキシ樹脂成形材料の特性 2

特性	実施例用封止用エポキシ樹脂成形材料								
	11	12	13	14	15	16	17	18	19
スパイラルフロー (cm)	237	229	225	206	145	118	180	178	117
円板フロー (mm)	127	115	113	110	100	95	133	132	92
熱時硬度 (Shore D)	80	83	79	73	83	75	70	71	78
UL-94試験	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0

【0061】

〔半導体装置 1 (フリップチップ BGA) の作製〕

次に、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～19 を用いて、実施例 1～16 及び比較例 1～3 の半導体装置を作製した。なお、封止用エポキシ樹脂成形材料による封止は、トランスファ成形機を用いて、金型温度 165℃、成形圧力 9.8 MPa、真空度 530 Pa、硬化時間 90 秒の条件で成形後、165℃で 5 時間後硬化することにより行った。

実施例 1～16 (表 5、表 6) : 絶縁ベース基材 (ガラス布-エポキシ樹脂積層板、日立化成製、商品名 E-679) 上に微細配線パターンを形成し、半導体素子搭載側の金メッキ端子及び反対側の外部接続端子を除いた面に絶縁保護レジスト (太陽インキ製、商品名 PSR4000AUS5) を塗布した外形が縦 40 mm×横 40 mm×厚さ 1.3 mm の半導体素子搭載用基板を 120℃、2 時間乾燥後、縦 9 mm×横 8 mm×厚さ 0.4 mm (面積 72 mm²)、バンプ径 145 μm、バンプピッチ 200 μm の半導体素子を IR リフローにて 260℃、10 秒の条件でリフロー処理を行って実装した。実装後のバンプ高さは 100 μm であった。次に、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～3 及び 7～19 を用いて、半導体素子搭載面を縦 12 mm×横 12 mm×厚さ 0.7 mm の寸法に上記

条件で真空トランスファ成形し、実施例 1～16 のフリップチップ BGA 装置を作製した。

比較例 1～3 (表 9) : 封止用エポキシ樹脂成形材料 4～6 を用いたことを除いて、実施例 1～16 と同様にして、比較例 1～3 の半導体装置を作製した。

【0062】

〔半導体装置 2 (フリップチップ BGA) の作製〕

次に、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～19 を用いて、実施例 17～32 及び比較例 4～6 の半導体装置を作製した。なお、封止用エポキシ樹脂成形材料による封止は、トランスファ成形機を用いて、金型温度 165℃、成形圧力 9.8 MPa、真空度 530 Pa、硬化時間 90 秒の条件で成形後、180℃で 5 時間後硬化することにより行った。

実施例 17～32 (表 7、表 8) : 絶縁ベース基材 (ガラス布-エポキシ樹脂積層板、日立化成製、商品名 E-679) 上に微細配線パターンを形成し、半導体素子搭載側の金メッキ端子及び反対側の外部接続端子を除いた面に絶縁保護レジスト (太陽インキ製、商品名 PSR4000AUS5) を塗布した外形が縦 40 mm×横 40 mm×厚さ 1.3 mm の半導体素子搭載用基板を 120℃、2 時間乾燥後、縦 6 mm×横 5 mm×厚さ 0.4 mm (面積 30 mm²)、バンプ径 175 μm、バンプピッチ 400 μm の半導体素子を IR リフローにて 260℃、10 秒の条件でリフロー処理を行って実装した。実装後のバンプ高さは 120 μm であった。次に、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～3 及び 7～19 を用いて、半導体素子搭載面を縦 12 mm×横 12 mm×厚さ 1.2 mm の寸法に上記条件で真空トランスファ成形し、実施例 17～32 のフリップチップ BGA 装置を作製した。

比較例 4～6 (表 10) : 封止用エポキシ樹脂成形材料 4～6 を用いたことを除いて、実施例 17～32 と同様にして、比較例 4～6 の半導体装置を作製した。

【0063】

〔半導体装置 3 (フリップチップ BGA) の作製〕

次に、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～19 を用いて、比較例 7～25 の半導

体装置を作製した。なお、封止用エポキシ樹脂成形材料による封止は、トランスファ成形機を用いて、金型温度165℃、成形圧力9.8MPa、真空度530Pa、硬化時間90秒の条件で成形後、180℃で5時間後硬化することにより行った。

比較例7～25（表11、表12）：絶縁ベース基材（ガラス布－エポキシ樹脂積層板、日立化成製、商品名 E-679）上に微細配線パターンを形成し、半導体素子搭載側の金メッキ端子及び反対側の外部接続端子を除いた面に絶縁保護レジスト（太陽インキ製、商品名 PSR4000AUS5）を塗布した外形が縦40mm×横40mm×厚さ1.3mmの半導体素子搭載用基板を120℃、2時間乾燥後、縦5mm×横4mm×厚さ0.4mm（面積20mm²）、バンプ径250μm、バンプピッチ700μmの半導体素子をIRリフローにて260℃、10秒の条件でリフロー処理を行って実装した。実装後のバンプ高さは180μmであった。次に、封止用エポキシ樹脂成形材料1～19を用いて、半導体素子搭載面を縦12mm×横12mm×厚さ2.5mmの寸法に上記条件で真空トランスファ成形し、比較例7～25のフリップチップBGA装置を作製した。

【0064】

作製した実施例1～32及び比較例1～25の半導体装置のボイド発生量を試験し評価した。評価結果を表5～表12に示す。

【0065】

【表5】

表5 半導体装置の評価結果1（半導体装置1）

特性	実施例								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
封止用エポキシ樹脂成形材料	1	2	3	7	8	9	10	11	12
ボイド発生量	2/20	0/20	2/20	3/20	4/20	3/20	0/20	0/20	1/20

【表 6】

表 6 半導体装置の評価結果 2 (半導体装置 1)

特性	実施例						
	10	11	12	13	14	15	16
封止用エポキシ樹脂成形材料	13	14	15	16	17	18	19
ボイド発生量	0/20	0/20	2/20	2/20	0/20	0/20	3/20

【表 7】

表 7 半導体装置の評価結果 3 (半導体装置 2)

特性	実施例								
	17	18	19	20	21	22	23	24	25
封止用エポキシ樹脂成形材料	1	2	3	7	8	9	10	11	12
ボイド発生量	1/20	0/20	1/20	3/20	3/20	2/20	0/20	0/20	0/20

【表 8】

表 8 半導体装置の評価結果 4 (半導体装置 2)

特性	実施例						
	26	27	28	29	30	31	32
封止用エポキシ樹脂成形材料	13	14	15	16	17	18	19
ボイド発生量	0/20	0/20	1/20	1/20	0/20	0/20	2/20

【表 9】

表 9 半導体装置の評価結果 5 (半導体装置 1)

特性	比較例		
	1	2	3
封止用エポキシ樹脂成形材料	4	5	6
ボイド発生量	11/20	未充填	18/20

【表 10】

表 10 半導体装置の評価結果 6 (半導体装置 2)

特性	比較例		
	4	5	6
封止用エポキシ樹脂成形材料	4	5	6
ボイド発生量	8/20	未充填	10/20

【表 1 1】

表 1 1 半導体装置の評価結果 7 (半導体装置 3)

特性	比較例									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
封止用エポキシ樹脂成形材料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ボイド発生量	0/20	0/20	0/20	2/20	3/20	2/20	0/20	0/20	0/20	0/20

【表 1 2】

表 1 2 半導体装置の評価結果 8 (半導体装置 3)

特性	比較例								
	17	18	19	20	21	22	23	24	25
封止用エポキシ樹脂成形材料	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ボイド発生量	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20

【0066】

〔信頼性評価〕

実施例 33～48 (表 13、表 14)、比較例 26～28 (表 14) :

次に、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～19 を用いて各種信頼性の評価 (耐リフロー性、耐湿性、高温放置特性) を行った。評価結果を表 13、表 14 に示す。なお、評価は上記と同条件にて作製した半導体装置 2 を使用した。

【0067】

【表 1 3】

表 1 3 信頼性 1 (半導体装置 2)

特性		実施例									
		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
封止用エポキシ樹脂成形材料		1	2	3	7	8	9	10	11	12	13
耐リフロー性	72h	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
	96h	0/5	0/5	0/5	1/5	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
	168h	1/5	2/5	1/5	3/5	5/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
	336h	3/5	3/5	4/5	5/5	5/5	3/5	2/5	2/5	2/5	0/5
耐湿性	100h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	300h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	500h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	1000h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
高温放置特性	100h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	300h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	500h	2/10	2/10	3/10	1/10	2/10	8/10	5/10	6/10	3/10	5/10
	1000h	10/10	10/10	10/10	7/10	7/10	10/10	10/10	10/10	8/10	10/10

【表 14】

表 14 信頼性 2 (半導体装置 2)

特性		実施例						比較例		
		43	44	45	46	47	48	26	27	28
封止用エポキシ樹脂成形材料		14	15	16	17	18	19	4	5	6
耐リフロー性	72h	0/5	3/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	5/5	0/5
	96h	0/5	5/5	0/5	0/5	0/5	0/5	2/5	5/5	4/5
	168h	0/5	5/5	0/5	0/5	0/5	3/5	4/5	5/5	5/5
	336h	0/5	5/5	0/5	1/5	2/5	5/5	5/5	5/5	5/5
耐湿性	100h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	3/10	10/10	5/10
	300h	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	5/10	10/10	8/10
	500h	0/10	0/10	0/10	2/10	0/10	0/10	8/10	10/10	10/10
	1000h	0/10	0/10	0/10	5/10	2/10	0/10	10/10	10/10	10/10
高温放置特性	100h	0/10	0/5	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	300h	2/10	0/5	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	500h	8/10	3/5	0/10	0/10	0/10	0/10	3/10	2/10	2/10
	1000h	10/10	5/5	0/10	2/10	0/10	0/10	9/10	10/10	10/10

【0068】

平均粒径が $15\mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0\sim 6.0\text{m}^2/\text{g}$ の (C) 無機充填剤を含有しない封止用エポキシ樹脂成形材料 4～6 で封止した比較例 1～6 の半導体装置では、ボイドの多量発生及び未充填が発生し、充填性に劣る。また比較例 26～28 の半導体装置では、耐リフロー性、耐湿性が低下した。

これに対して (A)～(C) 成分を全て含んだ封止用エポキシ樹脂成形材料 1～3、7～19 により封止した実施例 1～32 の半導体装置ではいずれもボイド発生が少なく、充填性に優れる。また実施例 33～48 の半導体装置では耐リフロー性、耐湿性に優れている。

半導体装置が本発明の構成 (a)～(d) の 1 以上を備えるものでない、比較例 7～25 の半導体装置においてはボイド発生も少なく、充填性に優れ、封止用エポキシ樹脂成形材料 1～3、7～19 と封止用エポキシ樹脂成形材料 4～6 の間に優位差が見られない。

また、難燃剤を含有しない封止用エポキシ樹脂成形材料 16 及び非ハロゲン系の難燃剤を含んだ封止用エポキシ樹脂成形材料 17～19 により封止した実施例 45～48 は高温放置特性に優れている。

【0069】

〔評価方法〕

(1) スパイラルフロー

EMMI-1-66 に準じたスパイラルフロー測定用金型を用いて、封止用エポキシ樹脂成形材料をトランスファ成形機により、金型温度 180℃、成形圧力 6.9 MPa、硬化時間 90 秒の条件で成形し、流動距離 (cm) を求めた。

(2) 円板フロー

200 mm (W) × 200 mm (D) × 25 mm (H) の上型と 200 mm (W) × 200 mm (D) × 15 mm (H) の下型を有する円板フロー測定用平板金型を用いて、精秤した試料 (封止用エポキシ樹脂成形材料) 5 g を 180℃ に加熱した下型中心部にのせ、5 秒後に、180℃ に加熱した上型を閉じて、荷重 78 N、硬化時間 90 秒の条件で圧縮成形し、ノギスで成形品の長径 (mm) 及び短径 (mm) を測定して、その平均値 (mm) を円板フローとした。

(3) 熱時硬度

封止用エポキシ樹脂成形材料を上記条件で直径 50 mm × 厚さ 3 mm の円板に成形し、成形後直ちにショア D 型硬度計を用いて測定した。

(4) 難燃性

厚さ 1/16 インチの試験片を成形する金型を用いて、封止用エポキシ樹脂成形材料を上記条件で成形して 180℃ で 5 時間後硬化を行い、UL-94 試験法に従って難燃性を評価した。

(5) ボイド発生量

超音波探査映像装置 (日立建機社製 HYE-HOCUS 型) を用いて、半導体装置の透視観察を行って、直径 0.1 mm 以上のボイドの発生の有無を観察し、ボイド発生半導体装置数 / 試験半導体装置数で評価した。

(6) 耐リフロー性

各種半導体装置 3 を 85℃、85% RH の条件で加湿して所定時間毎に 260℃、10 秒の条件でリフロー処理を行い、クラックの有無を観察し、試験パッケージ数 (5) に対するクラック発生パッケージ数で評価した。

(7) 耐湿性

各種半導体装置 3 を前処理を行った後、加湿して所定時間毎にアルミ配線腐食による断線不良を調べ、試験パッケージ数 (10) に対する不良パッケージ数で

評価した。

なお、前処理は 8 5 ℃、8 5 % R H、7 2 時間の条件でフラットパッケージを加湿後、2 1 5 ℃、9 0 秒間のベーパーフェーズリフロー処理を行った。その後の加湿は 0 . 2 M P a、1 2 1 ℃の条件で行った。

(8) 高温放置特性

各種半導体装置 3 を 2 0 0 ℃の高温槽に保管し、所定時間毎に取り出して導通試験を行い、試験パッケージ数 (1 0) に対する導通不良パッケージ数で、高温放置特性を評価した。

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】

本発明になるフリップチップ実装用の封止用エポキシ樹脂成形材料はアンダーフィル材として要求される高い充填性を有し、ボイド等の成形不良が少なく、また耐リフロー性、耐湿性等の信頼性にも優れるため、その工業的価値は大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 には、封止用エポキシ樹脂成形材料 (封止材) を用いて封止したフリップチップ型 B G A (アンダーフィルタイプ) の断面図が示されている。

【図 2】

図 2 には、封止用エポキシ樹脂成形材料 (封止材) を用いて封止したフリップチップ型 B G A (オーバーモールドタイプ) の断面図が示されている。

【図 3】

図 3 には、配線板 1 上にはんだバンプ 2 を介して半導体チップ 3 を配置した際の上面図 (一部透視図) が示されている。

【符号の説明】

- 1 : 配線板
- 2 : はんだバンプ
- 3 : 半導体チップ
- 4 : 封止材

5 : アンダーフィル部

a : バンプ高さ

b : バンプピッチ

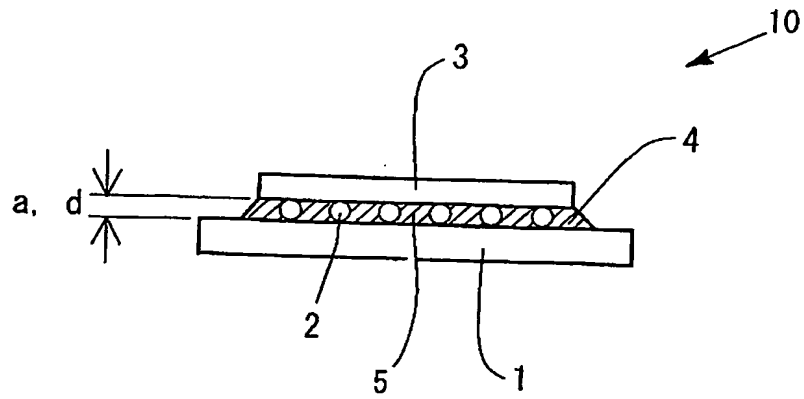
c : 半導体チップの面積

d : 封止材の総厚さ

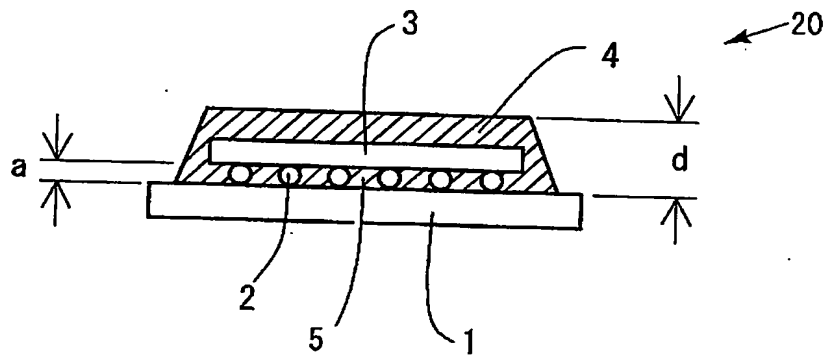
【書類名】

図面

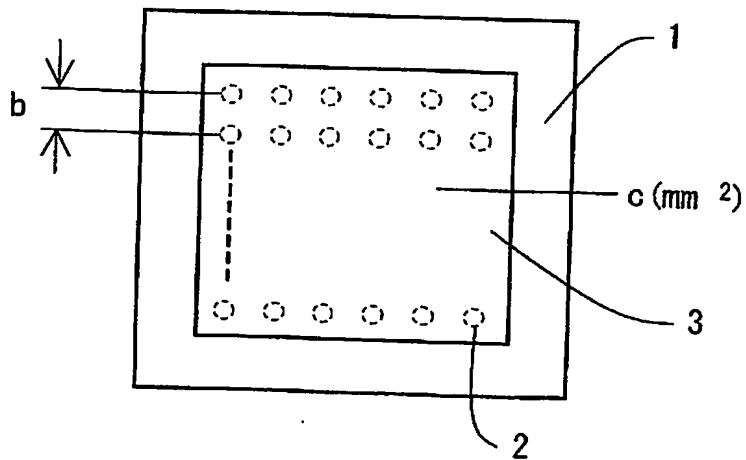
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フリップチップ実装用のアンダーフィル材として好適な充填性に優れる封止用エポキシ樹脂成形材料及びこれにより封止されたボイド等の成形不良や耐リフロー性、耐湿性等の信頼性が良好なフリップチップ実装型の半導体装置を提供する。

【解決手段】 (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、及び (C) 無機充填剤を少なくとも含有する封止用エポキシ樹脂成形材料であって、

前記 (C) 無機充填剤の平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ 以下、比表面積が $3.0 \sim 6.0\ \text{m}^2/\text{g}$ であり、(a1) ~ (d1) の構成を 1 以上を備える半導体装置に用いられる封止用エポキシ樹脂成形材料。

(a1) フリップチップのバンプ高さが $150\ \mu\text{m}$ 以下である

(b1) フリップチップのバンプピッチが $500\ \mu\text{m}$ 以下である

(c1) 半導体チップの面積が $25\ \text{mm}^2$ 以上である

(d1) 封止材の総厚さが $2\ \text{mm}$ 以下である

【選択図】 なし

特願 2003-103443

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000004455]

1. 変更年月日
[変更理由]
住所
氏名

1993年 7月27日
住所変更
東京都新宿区西新宿2丁目1番1号
日立化成工業株式会社